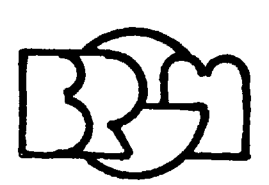
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
DIRECCION NACIONAL DE MINERIA Y GEOLOGIA

INVENTARIO MINERO DEL URUGUAY

URANIO

INFORME DE SINTESIS

Noviembre 1983





BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÉRES
B. P. 6009 - 45060 Orléans Cedex (France) - Tél.: (38) 63.80.01



RESUMEN

Un grupo compuesto por técnicos de la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) y del Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de Francia ha llevado a cabo un programa de prospección de uranio.

Los estudios se efectuaron desde agosto de 1981 hasta noviembre de 1983.

Los medios empleados fueron: el mapeamiento geológico, la radimetría pedestre y autoportada; el muestreo y análisis de suelos, aluviones y rocas; la geofísica y las perforaciones.

En radimetría autoportada se recorrieron 22.500 km2, parte en conteo total, parte en espectrometría.

Se realizaron 21.000 análisis de uranio, de los cuales 11.000 se ejecutaron en la DINAMIGE. Otros estudios efectuados en esta Dirección, incluyen la dosificación del fósforo y de 23 elementos a la vez, con espectrometría de emisión plasma.

Se trabajó principalmente en la cuenca permo-carbonífera (gondwánica) del Noreste y se empezó la prospección del macizo cristalino del Sureste.

Se hallaron o comprobaron varios niveles mineralizados en la cuenca gondwánica y se evaluaron siete anomalías mediante perforaciones (6100 m) diagrafías y análisis diversos.

En el macizo cristalino del Sureste, en ambiente torífero, se encontraron tres anomalías de las cuales una (La Calera) contiene altas leyes en uranio y fosfato.

Se estima que la tercera parte de la superficie teóricamente interesante del país, ha sido estudiada en exploración general.

Se formulan programas para seguir con la prospección general en todo el país, la revisión de anomalías y el estudio de temas particulares (serie de Lavalleja, granitos del zócalo atlántico, nivel San Gregorio en el Gondwana).

La duración conjunta de los programas puede estimarse en cinco a seis años.

RESUME

Un programme de prospection d'Uranium a été réalisé par un groupe de géologues de la Dirección Nacional de Minería y Geología d'Uruguay (DINAMIGE) et du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

Les travaux se sont déroulés d'août 1981 à novembre 1983.

Les moyens et méthodes utilisés ont été les suivants: levé de cartes géologiques; radiométrie pedestre et autoportée; échantillonnage et analyses de sols, alluvions et roches; géophysique et sondages.

En radiométrie autoportée, la surface étudiée a été de 22.500 km2, soit en comptage total, soit en spectrométrie.

21.000 échantillons ont été analysés pour l'uranium, dont 11.000 dans les laboratoires de la DINAMIGE. D'autres études portent sur le dosage du phosphore et les analyses de 23 éléments en spectrométrie d'émission plasma.

L'effort a porté principalement sur l'étude du bassin permo-carbonifère du Nord Est, puis sur l'exploration du massif cristallin du Sud Est.

Plusieurs niveaux minéralisés ont été découverts ou confirmés dans les sédiments du Gondwana et sept anomalies évaluées par sondages (6100 m), diagraphies et analyses diverses.

Dans le massif cristallin du Sud Est, on n'a relevé que trois anomalies uranifères en milieu fortement thorifère. Mais l'une d'elles (La Calera, dans la formación Lavalleja), retient l'attention pour ses hautes teneurs en uranium et phosphate.

En prospection générale, il a été couvert environ le tiers de la superficie théoriquement intéressante du pays.

En conclusion, sont formulés des programmes destinés à continuer la prospection générale, les examens de détail et les études de thèmes (serie de Lavalleja, granites du socle atlantique, niveau San Gregorio dans le Gondwana).

La durée d'exécution de ces programmes est de cinq à six ans.

INDICE

III. TRABAJOS DEL PROYECTO

LISTA DE FIGURAS

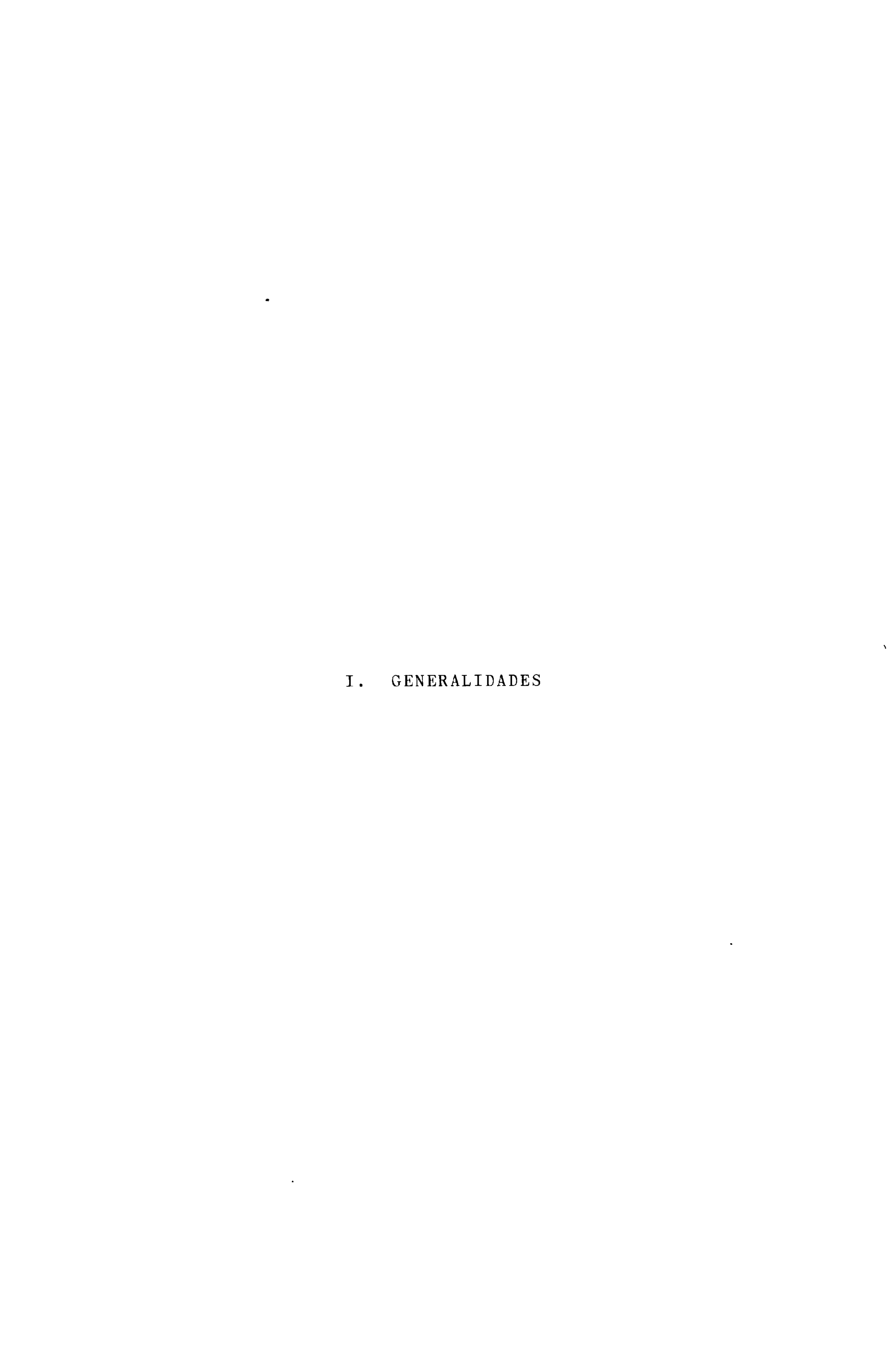
LISTA DE CUADROS

LISTA DE PLANOS

LISTA DE ANEXOS

ARCHIVO

DIA	Cintas de las diagrafías de los pozos
CAP	Cintas de los recorridos autoportados
BOL	Boletines de análisis muestras I. Minero " " " " P. Uranio
RAP	Recorridos de la prospección autoportada en la cuenca gondwánica (hojas 1:100.000)
PRS	Correlaciones multielementos



I. GENERALIDADES

1. DECISIONES ORIGINARIAS

Las misiones del BRGM surgen de una resolución de la Presidencia de la República Oriental del Uruguay, con fecha del 14 de febrero de 1980, declarando de Interés Nacional, la realización del Inventario de los Recursos Minerales del país.

El 7 de marzo, se celebró un Acuerdo de Base entre el Gobierno de la República Oriental del Uruguay y el Bureau de Recherches Géologiques et Minieres, definiendo por un plazo de cinco años, los objetivos, principales modalidades y grandes etapas del trabajo del inventario y valorización de los recursos minerales nacionales.

Dicho Acuerdo, prevé en su artículo I.1, contratos de ejecución, o sea "acuerdos específicos entre las partes que regularán la ejecución de acciones dentro del programa comprendiendo sus aspectos técnicos y económico-financiero...".

Un primer Contrato de Ejecución fue firmado el 9 de marzo de 1980 por un período de 18 meses. Los trabajos, terminados a comienzos de 1982, dieron lugar a un informe con fecha marzo de 1982.

Un segundo Contrato, llamado "Contrato Uranio", fue firmado el 26 de febrero de 1981. Los trabajos comenzaron el 15 de agosto de 1981 y todavía no han sido terminados.

En este informe,se presentan los trabajos ejecutados por el Proyecto Uranio al 15 de octubre de 1983. Los demás trabajos serán objeto de un informe complementario a fines de marzo de 1984.

2. MEMORIA DE LAS NORMAS CONTRACTUALES

2.1. PROGRAMA

2.1.1. Etapa preliminar

Su duración es de tres meses. En este lapso, se prevé la formación en Francia de un técnico uruguayo y a la vez, la realización en Uruguay de un estudio documentado completo y la síntesis de los trabajos existentes en Uruguay sobre el tema uranio.

2.1.2. Etapa operacional

Su duración es de dos años a partir de la fecha de inicio de los trabajos. Comprende los trabajos y prestaciones siguientes:

- un reconocimiento radimétrico autoportado sobre 10.000 km2 aproximadamente;

- el levantamiento sistemático de terrenos en geología, geofísica y radimetría;

- el análisis químico del uranio en Francia de 10.000 muestras extraídas en el marco del Inventario Minero;

- perforaciones leves (sondeos cortos) que serán objeto de medición geofísica (radiactividad, resistividad).

2.2. MEDIOS PREVISTOS PARA EL PROGRAMA (Art. V del Contrato)

2.2.1. Personal

2.2.1.1. A cargo de la DINAMIGE

- 1 Director General del Proyecto
- 3 geólogos
- 1 geofísico
- 8 prospectores

Personal administrativo: (dibujantes, secretarias) y de terreno (choferes, peones).

2.2.1.2. A cargo del BRGM

- 1 Director Técnico del Proyecto	23 meses
- 1 geólogo de uranio	20 meses
- 1 sedimentólogo	20 meses
- 1 geólogo junior	14 meses
- 1 geofísico junior	14 meses
- Consultantes	10 meses

2.2.2. Apoyo técnico del BRGM en Francia

- trabajos de laboratorio y análisis de 10.000 muestras en Francia;
- documentación

2.2.3. Apoyo logístico de la DINAMIGE

- 5 vehículos todo terreno
- oficina en Montevideo
- equipos técnicos
- equipos de campo
- material de sondeo y diagrafía
- carburante
- transporte y desplazamiento internos
- viajes internacionales del personal uruguayo

3. MEDIOS EMPLEADOS

3.1. PERSONAL

3.1.1. Modificaciones con respecto al programa

Por supuesto, no se cumplieron las normas exactamente como estaba previsto.

En cuanto a la formación en Francia de un técnico, no viajó uno sino dos geólogos, por un período de dos meses cada uno (en vez de tres), en el curso del programa (en vez de antes de iniciarse).

En lo concerniente a los consultantes, no se emplearon diez meses sino cinco y medio. Los cuatro meses y medio sobrantes fueron utilizados de la siguiente manera:

- dos meses puestos a la disposición del Inventario Minero;

- dos meses para prolongar la estadía de Doyhénart y Manigault, personal BRGM, según la equivalencia 1 mes consultante = 2 meses geólogo.

- dos semanas para permitir la venida de un experto en fosfato.

3.1.2. Cronograma del Personal (ver fig. I.1)

Se indica la fecha de ingreso de cada uno de los integrantes, continuando sus tareas dentro del programa al 30.11.83.

3.1.2.1. Personal uruguayo

- Pier Rossi, geólogo
- Néstor Vaz, geólogo,ambos desde el 15.8.81
  En Francia, del 12.9.82 al 10.11.82
- Enrique Massa, geólogo, desde el 1.10.81
- Sergio González, geoquímico, desde el 1.1.82
- Humberto Pirelli, geólogo Idem
- Hugo Cicalese, geofísico Idem

En lo concerniente al personal de oficina, el Programa Uranio dispuso durante todo el contrato, de una secretaria bilingüe, Beatriz Leicht, y de un dibujante, Baldomiro Basanta.

3.1.2.2. Personal BRGM

Personal permanente:

- André Doyhénart, director técnico, del 15.8.81 al 30.11.83 (o sea, 24 meses efectivos), debiendo ser cumplido otro mes de estadía entre diciembre 83 y abril 84 para sumarse 25 meses.

- Bernard Manigault, sedimentólogo, del 15.8.81 al 14.8.83 (22 meses).

CRONOGRAMA DEL PERSONAL

	1981						1982												1983												1984		
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M

1) PERSONAL URUGUAYO PERMANENTE

- PIER ROSSI — Geólogo
- NESTO VAZ — "
- ENRIQUE MASSA — "
- SERGIO GONZALES — geoquímico
- HUMBERTO PIRELLI — geólogo
- HUGO CICALESE — geofísico

2) PERSONAL BRGM PERMANENTE

- ANDRE DOYHENART — DIR TECNICO
- BERNARD MANIGAULT — sedimentólogo
- ALAIN LAMBERT — Geólogo Uranio
- BERNARD PRADIER — Geoquímico
- JOSE PERRIN — Geofísico

3) CONSULTORES BRGM

- ALAIN LHOMER — Sedimentólogo
- JEAN BERNARD — Geofísico
- ETIENNE WILHELM — Geoquímico

TRABAJOS EN EL URUGUAY — CURSOS TECNICOS EN FRANCIA — LICENCIA

FIG. I.1

- Alain Lambert, geólogo de uranio, del 22.8.81 al 21.6.83 (20 meses).

- Bernard Pradier, geoquímico junior, del 4.12.81 al 3.2.83 (14 meses).

- José Perrin, geofísico junior, del 11.12.81 al 10.2.83 (14 meses).

Consultantes:

- Alain L'Homer, sedimentólogo, en Uruguay del 23.4.82 al 28.5.83. Con trabajos complementarios hechos en Francia, su tiempo de actuación se elevó a seis semanas.

- Jean Bernard, geofísico, del 15.9.82 al 15.11.82, y del 7.10.83 al 21.11.83 (3,5 meses).

- Etienne Wilhelm, geoquímico, del 25.4.83 al 15.5.83 (tres semanas).

3.2. MATERIAL

Cada informe anexo detalla las características de los aparatos utilizaods por los distintos grupos.

He aquí una lista del material disponible en la DINAMIGE y del material comprado especialmente en el marco del "Contrato para suministro de equipos" firmado el 27.11.80.

3.2.1. Material ya disponible en la DINAMIGE

Perforadoras

Máquinas pequeñas: 2 Minuteman, con motor de 7 CV, perforando en diámetro E (35 mm) hasta 20 m.

Máquinas medias: 1 Boyles, 1 Graelius,2Sondeq, de cárácteristicas comparables, con motores de 30 CV, perforando en diámetro A (50 m/m) hasta 150 m.

Máquina grande: 1 Diakor, con motor de 80 CV, perforando en diámetro A hasta 300 m.

Cintilómetros

4 cintilómetros Mount Sopris SC 131

1 espectrómetro Geometris GR 410, con un cabezal de 350 cc.

1 espectrómetro Scintrex GAD 6, con un cabezal de 1800 cc (tipo GSA 61).

Perfiladores

1 Mount Sopris 1000 C

1 Mount Sopris 2000

Varios

2 emanómetros EDA, tipo RD 200

1 registrador Hewlett-Packard tipo 7155 B

3.2.2 Material pedido especialmente

- 11 cintilómetros SPP2, de Saphymo
- 1 espectrómetro GRS 500, de EDA
- 1 cabezal GSP4 (350 cc) de Scintrex
- 1 cabezal GHX 256 (4000 cc) de Geometrix
- 1 registrador bicanal Soltec 6723
- 1 Syscal R + (para medidas de resistividad y polarización espontánea, BRGM constructor).

El pedido inicial, tal como figuraba en el contrato, fue modificado. Se cambiaron el espectrómetro EDA por un SPP2 y el cabezal GHX y el registrador, por un aparato de diagrafía Scintrex.



II. DATOS DE BASE



1. YACIMIENTOLOGIA DEL URANIO: ALGUNOS DATOS SOMEROS

El uranio es probablemente el metal cuya yacimientología se estudió con más detalle desde 1950, debido a su importancia estratégica y energética.

Una mera síntesis de todo lo conocido referente al asunto necesitaría un volumen, y además estaría fuera de propósito.

Los datos que se exponen más adelante sólo intentan proporcionar una idea general a los efectos de situar los problemas específicos de la exploración de uranio en el Uruguay.

1.1. TIPOLOGIA

La OIEA (Organización Internacional de Energía Atómica), agrupa en seis clases los yacimientos de uranio.

1. Yacimientos vinculados a conglomerados del proterozoico inferior (edad superior a 2300 MA)

2. Yacimientos vinculados a la discordancia del proterozoico medio.

3. Yacimientos diseminados en magmatitas o metamorfitos

4. Yacimientos filonianos

5. Yacimientos en areniscas

6. Yacimientos varios: en caliches, fosfatos, esquistos bituminosos, lignitos.

1.2. YACIMIENTOLOGIA REGIONAL

El término "regional" debe aplicarse no sólo a América del Sur sino también a Africa del Sur con la cual formaba un mismo continente llamado Gondwana, el que incluia también a India, Autralia y Antártida

En los tiempos cretáceos, el Gondwana se partió en varios elementos y entonces América del Sur comenzó a alejarse de Africa.

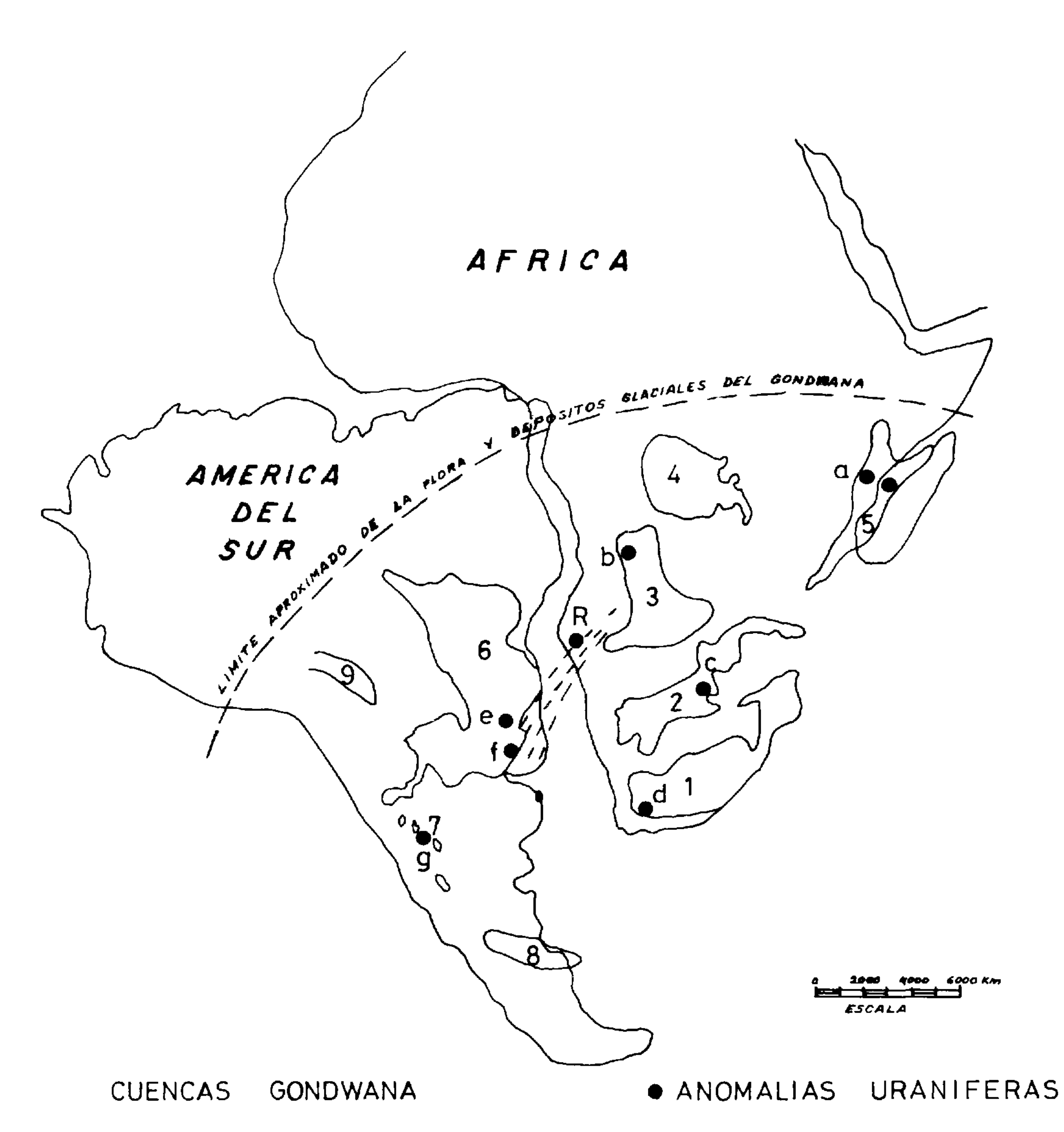
CORRELACIONES ENTRE EL SUPERGRUPO KAROO (AFRICA DEL SUR) Y LA COLUMNA DE LA CUENCA DEL PARANA

LITOLOGIA	U	EQUIVALENTE URUGUAY	EQUIVALENTE BRASIL	PERIODO
BASALTOS		ARAPEY	SERRA GERAIS	JURASICO
ARENISCAS EOLICAS		TACUAREMBO	BOTUCA	TRIASICO
		HIATO	SANTA MARIA HIATO	
Areniscas finas SILTITAS, calizas (rojos dominante y verde)	U4	YAGUARI	RIO DO RASTRO	PERMICO
limolitas, areniscas finas grises		PASO AGUIAR	ESTRADA NOVA	
limolitas lutitas esquistos bituminosos calizas		MANGRULLO	IRATI	
limolitas y areniscas finas (grises)	U2	FRAILE MUERTO	PALERMO	
Areniscas carbón		TRES ISLAS	RIO BONITO	
Facies glaciales diamictitas varvitas, etc	U1	SAN GREGORIO	ITARARE	CARBONIFERO

COLUMNA	GRUPO EN AFRICA	LITOLOGIA	U Th
V V V V V V	DRAKENSBERG (1300 m)	BASALTOS	
	STORMBERG (1200 m)	Areniscas Areniscas limolitas (carbón)	U5
	BEAUFORT (3000 m)	Areniscas y limolitas (verdes y rojas) volcanitas subordinadas	U3
	ECCA (3000 m)	Sur limolitas areniscas esquistos carbonosos (marino) Norte limolitas y areniscas con carbón –	Th
	DWYKA (600 m)	FACIES GLACIALES DIAMICTITAS VARVITAS, etc	U1

FIG II 11

CONTINENTE GONDWANA
CUENCAS SEDIMENTARIAS
ANOMALIAS URANIFERAS



CUENCAS GONDWANA

1 KAROO - MOZAMBIQUE
2 KALAHARI - ZAMBEZI
3 ANGOLA
4 CONGO
5 MADAGASCAR - SOMALIA
6 PARANA - CHACO
7 PAGANZO
8 PATAGONIA
9 BOLIVIA

● ANOMALIAS URANIFERAS

a SOMALIA
b ANGOLA
c ZAMBEZI
d KAROO
e FIGUEIRA
f CERRO LARGO
g SIERRA PINTADA
R ROSSING CRISTALINO

FIG. II 12

Las figuras II. 11 y II.12 confirman la realidad de lo que fue primero la teoría de Wegener.Por ambos lados del Atlántico, a lo largo de la columna estratigráfica, se correlacionan los terrenos perfectamente.

Como ejemplo se tomará el caso de los esquistos y calizas bituminosos conocidos como Mangrullo en el Uruguay, Iratí en Brasil y White Band Formation en Africa del Sur.

Eso dicho, con referencia a la tipología de la OIEA, se reseñan a continuación las áreas y litologías de interés en la región.

1. Conglomerados precámbricos (más de 2300 MA)

Explotados en Africa del Sur (Witwatersrand) para oro y uranio; conocidos en Brasil (Serra de Jacobina)con leyes bajas y tectónica no favorable. A este tipo pertenecen también los yacimientos canadienses (Eliott Lake, Blind River, etc.) .

2. Discordancia proterozoica (1600-1800 MA)

Controla yacimientos grandes en Canadá (Saskatchewan) y Australia (Alligator River).
Desconocida en la región.

3. Magmatitas y metamorfitos

Se citarán Rossing (Namibia) y Lagoa Real y Espinhara (Brasil).
Las dos últimas están constituidas por cuerpos albitíticos estirados que pertenecen a la orogénica brasileña del proterozoico superior.
Más cerca del Uruguay,en el continente Gondwana, Rossing consta de cuerpos graníticos (alasquitas) perteneciendo a la Damara Belt (550 MA). Esto y el zócalo del área atlántica del Uruguay (basamento joven), son probablemente las partes extremas de una misma unidad cuya parte central está constituida por el cinturón Ribeiro en el Sur del Brasil.
El yacimiento de Poços de Caldas está constituido por rocas alcalinas cretácicas (sienitas nefelínicas y fonolitas) intrusivas en el Precámbrico.

4. Filones

El grupo parece tener una importancia mínima en la región.
Se conocen unos filones con minerales de uranio en las sierras pampeanas de la Argentina.

5. Areniscas

Los yacimientos de la región pertenecen a dos períodos: el permo-carbonífero y el cretácico-eoceno.

Permo-Carbonífero:

- Figueira (Paraná, Brasil) situado en las areniscas de la base del Río Bonito, sobre las camadas de carbón explotadas en Cambuí, localidad muy cercana.

- Los indicios del supergrupo Karoo, con tres niveles anómalos (ver fig. II. 1.2.), todavía no explotados.

- El yacimiento de Sierra Pintada, cerca de Mendoza (Argentina) y varios indicios del grupo Paganzo (conjunto permo-triásico) a lo largo de los Andes argentinos.

Cretácico-Eoceno:

- Los Adobes, Malargüe, Don Otto (cretáceo) y Cosquín (eoceno) en la Argentina en terrenos formados durante el surgimiento de los Andes.

A esas dos épocas pertenecen distritos uraníferos en el resto del mundo: yacimientos pérmicos de Europa (Lodeve); yacimientos permo-carboníferos (Arlit) y cretácicos (Imouraren) del Níger; yacimientos cretácicos del Colorado y Wyoming (EEUU), la provincia uranífera más importante en el mundo.

6. Varios

Cabe señalar, en el Norte de Brasil, el yacimiento de Itataia (Ceara), situado en mármoles acompañando neises a biotita con pegmatitas y episienitas. El mineral es un fosfato.

1.3. GUIAS PARA LA PROSPECCION EN EL URUGUAY

De lo que precede, resultan dos ambientes muy favorables a la presencia del uranio en el Uruguay:

- el basamento joven con la posibilidad de índices en cuerpos magmáticos (tipo Rossing) o cuerpos volcánicos posteriores (Pocos);

- el Permo-Carbonífero con los ejemplos de Figueira y el Karoo.

El cretácico terciario del Oeste parece menos alentador en vista de que la orogenia andina parece no haberse manifestado en el Uruguay.

2. ASPECTOS ECONOMICOS (datos de 1981)

2.1. RESERVAS

Según la OIEA, las reservas de uranio a menos de U$ 130/kg "razonablemente aseguradas", ascendían en el mundo (China, URSS y satélites excluidos) a 2,3 millones de toneladas.

Se repartían de la siguiente manera según la tipología:

1	conglomerados	17%
2	discordancia proterozoica	16%
3	diseminados	13%
4	filonianos	6%
5	areniscas	40%
6	varios	10%

Según los países:

Estados Unidos	26%
Africa del Sur	15%
Australia	14%
Canadá	11%
Níger	6%
Namibia	5%

2.2. PRODUCCION

La producción del mundo occidental fue de 44.000 toneladas: 13.500 en E.E.U.U., 8.400 en Canadá, 6.750 en Africa del Sur, 4.500 en Níger, 4.000 en Namibia, 2.800 en Francia, 2.600 en Australia, 1.000 en Gabón.

3. URUGUAY. MARCO GEOLOGICO

3.1. FUENTES

Las publicacines de base son:

- Bossi: Geología del Uruguay
- Bossi, Fernández y Elizalde: Predevoniano en el Uruguay
- Falconer: La formación Gondwana en el Nordeste del Uruguay
- Preciozzi, Heinzen, Spoturno: Carta geoestructural del Uruguay
- B.R.G.M.: Inventario Minero. Primera Fase.
  Informe Final. Véase en particular, la síntesis de los trabajos originales de esta misión en la Isla Cristalina y la serie de Lavalleja (pág. 9-17) y la bibliografía (pág. V-VIII).

3.2. FIGURAS ADJUNTAS

Fig. II. 3.1., con los contornos simplificados de las principales unidades geológicas.

Fig. II. 3.2., con un corte sintético del Gondwana uruguayo

3.3. COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA

3.3.1. Formaciones detríticas post-jurásicas

EDAD	FORMACION	LITOLOGIA PREDOMINANTE	ESPESOR MEDIO
Cuaternario	Dolores, Libertad Las Arenas	Gravas, lodolitas, loess	10- 50 m
Terciario	Raigón, Salto, Pº del Puerto	Sedimentos areniscosos a veces conglomerádicos (fluvio-torrencial)	30- 60 m
	Camacho	Areniscas finas con arcillitas (Marino)	25 m
	Fray Bentos	Siltitas, loess, arcillitas. Cemento carbonatado. Peridesértico	150 m
Cretácico	Asencio Guichón	Areniscas finas bien seleccionadas (continental desértico)	40-100 m
	Mercedes	Areniscas medias a conglomerádicas, a veces silicificadas (fluvio-torrencial)	80 m
	Miguez	Areniscas finas, arcillosas y calcáreas, lutitas negras (sedimentación continental de fosa tectónica)	2500 m

3.3.2. Paleozoico y mesozoico del Gondwana uruguayo

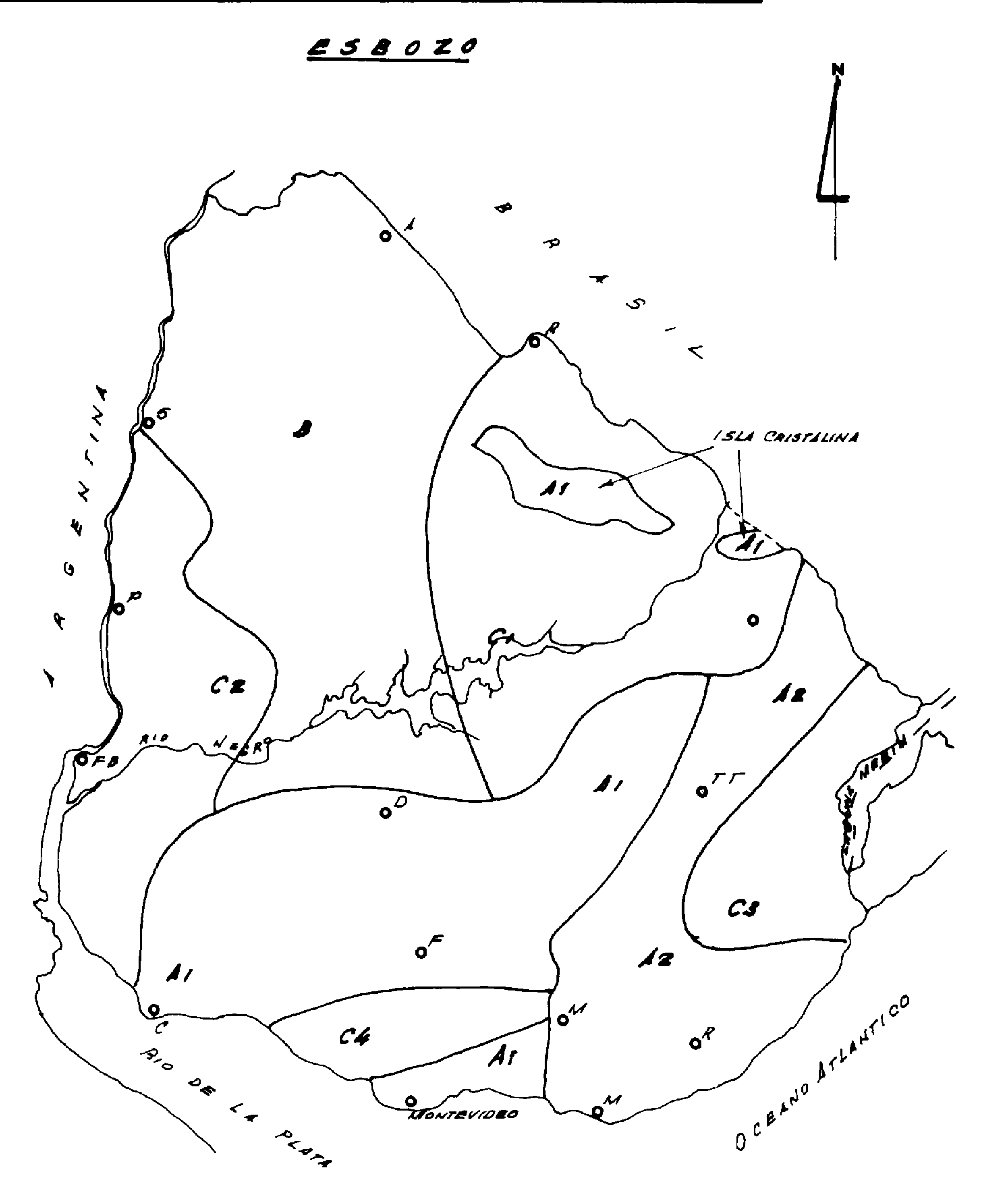
Se estudia en detalle esta columna en el informe L'Homer (ver anexo, sedimentología).

En forma resumida comprende, desde arriba hacia abajo:

EDAD	FORMACION	LITOLOGIA PREDOMINANTE	ESPESOR MEDIO (m)
Cretácico	Arapey Puerto Gómez	Basaltos	Hasta 1000
Triásico	Tacuarembó	Arenas eólicas	100-300
Pérmico sup.	Yaguarí	Areniscas finas, calizas	100-150
Pérmico med.	Paso Aguiar	Pelitas grises	70
Pérmico inf.	Mangrullo	Pelitas grises, calizas y esquistos bituminosos	100
	Fraile Muerto	Pelitas grises	100
Carbonífero superior	Tres Islas	Areniscas finas a gruesas	30- 50
	San Gregorio	Siltitas, calizas, conglomerados, tilita	100
Devoniano inferior	La Paloma	Areniscas finas, arcillosas	40
	Cordobés	Areniscas finas, lutitas caolínicas	100
	Cerrezuelo	Areniscas medias a groseras	150-200
Cámbrico			
Basamento			

URUGUAY – GRANDES UNIDADES GEOLOGICAS

ESBOZO



C – CUENCAS SEDIMENTARIAS

C4 – DEL SANTA LUCIA

C3 – DE LA LAGUNA MERIN

C2 – DEL LITORAL

C1 – GONDWANICA

EDAD DE C2, C3 Y C4 – TERCIARIO;

DE C1 – DEL DEVONIANO AL TRIASICO

B – PLATAFORMA BASALTICA (Formación ARAPEY, Cretácico)

A – BASAMENTO

A1 CRATON Rio de la Plata (2000 m a)

A2 CRATON DEL AREA ATLANTICA (500 - 600 m a)

FIG. II. 31

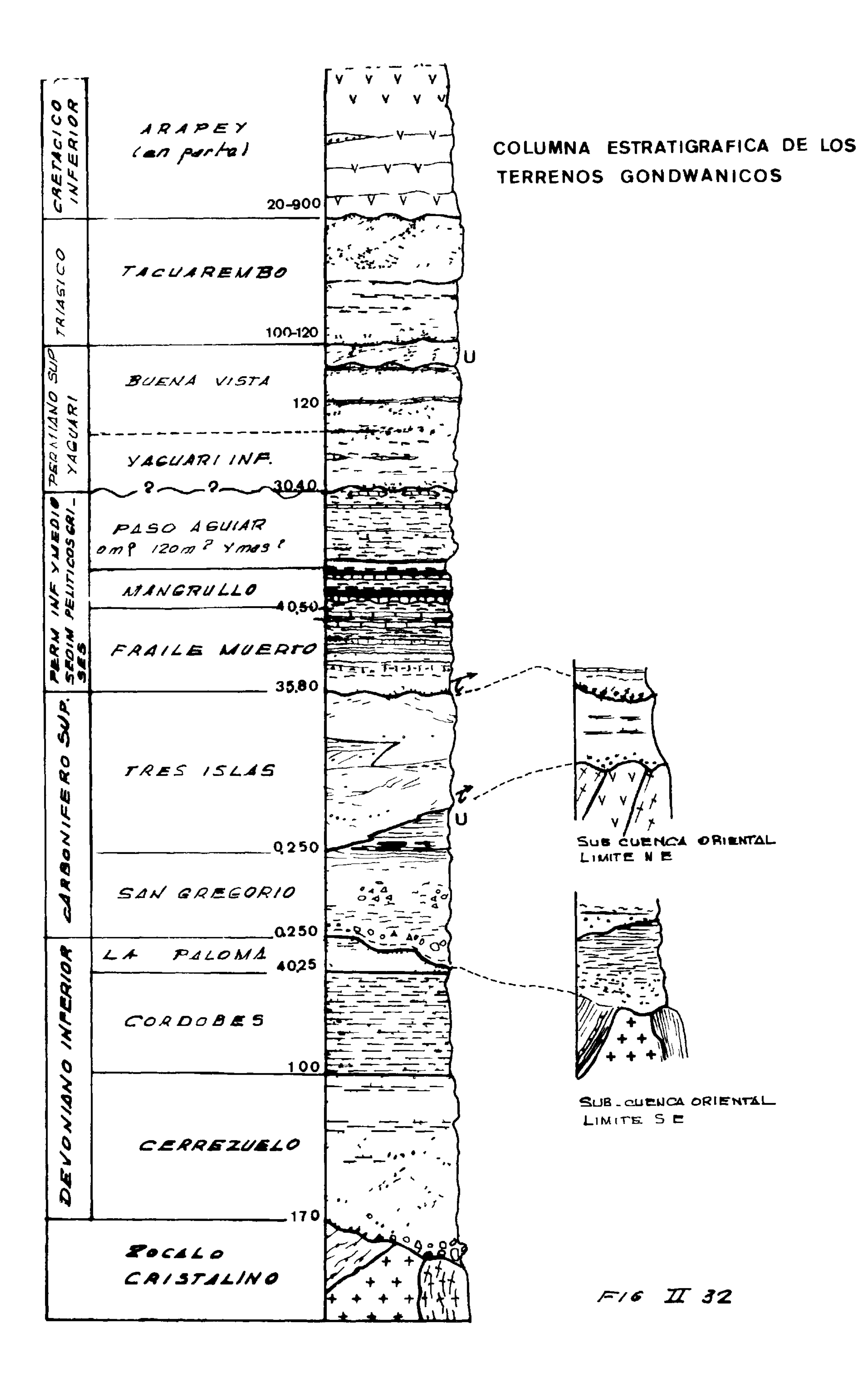

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LOS
TERRENOS GONDWANICOS
CRETACICO INFERIOR
ARAPEY
(en parte)
20-900
TRIASICO
TACUAREMBO
100-120
U
PERMIANO SUP YAGUARI
BUENA VISTA
120
YAGUARI INF.
? ?
30-40
PERM INF Y MEDIO SEDIM PELITICOS GRISES
PASO AGUIAR
0m? 120m? Y mas ?
MANGRULLO
40-50
FRAILE MUERTO
35-80
CARBONIFERO SUP.
TRES ISLAS
U
0-250
SAN GREGORIO
0-250
DEVONIANO INFERIOR
LA PALOMA
40-25
CORDOBES
100
CERREZUELO
170
ZOCALO
CRISTALINO
SUB CUENCA ORIENTAL
LIMITE N E
SUB_CUENCA ORIENTAL
LIMITE S E

FIG II 32

3.3.3. Cámbrico

Formación Piedras de Afilar, consideradas como molasas depositadas luego de la orogénesis brasiliana. Predominan las cuarcitas, siendo sus demás integrantes areniscas, arcosas, sedimentos psamíticos finos y pizarras.

3.3.4. Precámbrico

Según el esquema de Ferrando y Fernández (1971) basado en la interpretación de dataciones en 36 granitoides, el precámbrico uruguayo consta de dos grandes unidades:

- el precámbrico superior, unidad resultante de la orogénesis brasiliana y que constituye el zócalo del área Atlántica. Se llama también cratón brasilero o basamento joven. Esta unidad está constituida por dos bandas de epimetamorfitos y volcanites de tipo albitofiras: la serie de Lavalleja, al Oeste; la serie de Rocha, al Este, habiendo sido la primera extensamente estudiada por la misión Inventario Minero.
Entre las bandas de metamorfitos, se desarrollan extensas áreas de rocas néisicas, granito-migmatíticas y granitos intrusivos, cuya edad media es de 550 MA (millones de años).
La dirección dominante es NNE.

- el precámbrico inferior, de edad transamazónica que constituye el zócalo de la cuenca del Río de la Plata, probable extensión del cratón amazónico. Se llama también cratón del Uruguay y más familiarmente se le conoce con el nombre de basamento viejo.
Los constituye un conjunto metamórfico sellado por granitos de 2000 millones de años (2000 MA). La dirección dominante de las formaciones es sensiblemente E-W, como lo subrayan en particular las series epimetamórficas marginales de Paso Severino, al Sur, y Arroyo Grande, al Norte.

4. TRABAJOS ANTERIORES A 1980

El boletín Nº 38, año 1981, pág. 46-94, publica una reseña detallada de los trabajos de prospección de uranio en el Uruguay comenzados aparentemente en el año 1949 (Rossi-Vaz-Massa: La prospección del uranio en el Uruguay).

He aquí una sinopsis de dicho trabajo, haciendo especial hincapié en los resultados más interesantes con relación a nuestro programa. Lo ilustra el plano PU 1.

4.1. ANCAP. BATOLITO "SAUCE DE PAN DE AZUCAR" (1949-1958)

En 1949, una prospección radimétrica con contador Geiger encontró unos puntos anómalos en dicho batolito, en el departamento de Maldonado.

La anomalía fue estudiada después con radimetría de superficie y sondeos cortos.

En los testigos, se notó la presencia de un "mineral amarillo" compuesto de anatasa, circón y uranotorita.
Se concluyó en que no hay abundancia de estos minerales radioactivos.

Se consultará el estudio de Goñi: "El batolito del Sauce. Geología, y petroquímica, radiactividasd, rocas ultrabásicas asociadas" (1956).

4.2. ANCAP. ARENAS NEGRAS (1950-1965)

Se estudiaron los minerales pesados incluidos en las arenas negras del litoral atlántico.

En los concentrados se encontraron monacitas de la cual proviene la radioactividad de las arenas.

En la zona de Aguas Dulces, se evaluaron las reservas en 7 millones de toneladas, con 10.000 toneladas de monacita contenida.

4.3. ANCAP. PROSPECCION CINTILOMETRICA

Un grupo de Ancap, dirigido por el Ing. Químico Héctor Mujica, actual director del Centro de Investigaciones Nucleares, realizó una radimetría autoportada en el departamento de Treinta y Tres.

Destacó cuatro valores por haber superado 3 veces el fondo radimétrico.

No se llevó a cabo el trabajo de revisión aconsejado por el técnico.

4.4. OIEA. MISION CAMERON (1965)

A solicitud del gobierno uruguayo, llegó al país el geólogo de la OIEA (AGencia Internacional de Energía Atómica de Viena), J. Cameron.

Su tarea principal fue una radimetría autoportada de los caminos del país.

De este modo, se recorrieron 7720 km.

Cameron ubicó 112 anomalías, de las cuales 54 fueron estudiadas en el terreno y 22 reservadas para una revisión más detallada.

Cabe recordar que Cameron determinó la mayoría de los sectores anómalos del país, es decir:

- la formación San Gregorio-Tres Islas en el departamento de Cerro Largo y en Durazno (Paso de las Piedras);
- el devónico del departamento de Durazno (Las Cañas);
- el basamento cristalino joven en el polígono Aiguá-Velázquez-Rocha-Punta del Este-Minas, con la mayoría de las anomalías puntuales señaladas;
- el basamento cristalino viejo alrededor de Valentines, ya ubicado por Mujica.

4.5. MISION CEA (1965)

No quedan huellas del informe de esta misión a cargo del Doctor Grimbert.

Se hicieron trabajos de metodología en tres ambientes distintos: Las Animas (basamento de Lavalleja), Paso de las Piedras (Permo-Carbonífero) y Migues-Tala (Cretácico).

4.6. MISION CNEA (1966)

Esta misión continuó el trabajo del Dr. Grimbert según sus recomendaciones.

Se estudiaron las zonas de Paso Ramírez, La Paloma, Molles (Dpto. de Durazno) y Villa Serrana (Lavalleja).

Se localizaron nuevas zonas anómalas que no fueron estudiadas con mayor profundidad.

Tampoco se encontró huella del informe.

4.7. U.T.E. PROSPECCION EN CERRO LARGO (1968-69)

Esta misión se dedicó a estudiar unos sectores anómalos de la formación San Gregorio en el departamento de Cerro Largo Sur.

Se hicieron 21 sondeos en los parajes "La Divisa" y "Paso de la Arena".

Los resultados son detallados en dos notas de Scaron y Garau en la Revista de Ingeniería, 1974.

El perfil típico presenta sucesiones de lutitas, siltitos y areniscas, alternando los facies claros o rojizos y los facies negros con pirita y materia orgánica.

Los autores destacan tres tipos de mineralización:

- un mineral arcilloso con autunita en arcilla caolinítica, en una capa de 0,5 m de potencia y tenores de 100 a 220 ppm de uranio;

- un mineral de manganeso uranífero con nódulos fosfatados de 2-3 cm de espesor, y tenores de 700 a 1000 ppm de uranio;

- una mineralización por "frente de oxidación" en siltitos arcillosos y pirita y materia orgánica. Los tenores varían de 200 a 1800 ppm con valores comunes entre 500 y 1000 ppm.

4.8. CNEA. CINTILOMETRIA AUTOPORTADA (1971-1976)

Se recorrieron:

- la cuenca gondwánica del Noreste, en la parte situada al Este del Rio Negro. El recorrido fue de 1616 km correspondiendo a un recubrimiento estimado en 7068 km2;

- una parte del terciario del litoral Oeste alrededor de Carmelo y Dolores con respectivamente 510 km y 1444 km2.

4.9. OIEA.MISION TAYLOR (set.-dic. 1975)

El experto visitó las principales anomalías descubiertas por los trabajos anteriores.

4.9.1. Basamento Cristalino

El autor opina que "los indicios para justificar un programa de exploración son realmente escasos, pero no debe ignorarse por completo la zona".

En efecto, "una reconstrucción del Continente Gondwana" ante su fraccionamiento, sugiere que el yacimiento de Rossing se encuentra en el mismo cinturón lineal (la Damara de Namibia) que las migmatitas, granitos y rocas poco metamorfizadas del SE del Uruguay".

4.9.2. Devónico inferior

En el sector de Las Cañas, el autor midió valores equivalentes de 460 hasta 1580 ppm de uranio (por espectrometría diferencial) en areniscas. En consecuencia, aconsejó un estudio detallado.

4.9.3. Carbonífero triásico (supergrupo Gondwana)

El experto dejó una lista de 13 anomalías que fueron estudiadas en detalle por el mismo.

Asimismo, con un aparato Mount Sopris 2000, hizo las diagrafías de 9 pozos perforados por la misión UTE de 1968-69.

Uno de estos pozos contiene tres niveles de poco espesor (10-20 cm aproximadamente) y con anomalías de 1500 a 2700 c/s, lo cual, como se averiguó más tarde, en la misma zona, corresponde a tenores del orden de 200 a 600 ppm.

4.9.4. Cretácico y Terciario

Taylor estudió unas capas silicificadas de la formación Mercedes (Cretácico) de donde se sacaron dos muestras con 41 y 46 ppm de uranio.

4.9.5. Recomendaciones

En tiempo de la misión, ya estaba esbozado una prospección aérea recubriendo 1000 km2. Taylor aconsejó ensanchar esta área a 11.000 km2.

Del mismo modo, recomendó una radimetría autoportada sobre un área de 10.000 km2 en las formaciones Migues y Mercedes (Cretácico).

Durante su estadía, se perforaron 2 pozos en Paso de las Piedras con resultados bastante negativos. Aconsejó abandonar ese criadero por el momento.

Consideró importantísimo el apoyo geológico documentado en fotoplanos a escala 1:50.000.

4.10. CNEA ARGENTINA. MISION SOLIS (set.-dic. 1976)

El Dr. Rolando Solís fue mandado al Uruguay para capacitar al personal local en el trabajo de radimetría aeroportada.

La superficie volada comprendió 2245 km2 de terrenos Permo-Carboníferos y del Basamento cristalino en el Departamento de Cerro Largo.

Se hizo previamente un levantamiento geológico al 1:20.000 en la misma región.

4.11. OIEA. MISION MUSET (nov. 76-feb. 77)

Esta asesoría técnica se hizo como complemento de las misiones Taylor y Solís.

El experto asesoró a los técnicos uruguayos en el trabajo de la revisión de las anomalías halladas por la prospección general y su evaluación.

Así, se examinaron seis anomalías en el sedimentario y una en el cristalino, en el fotoplano Arbolito.
Si bien los valores anómalos no son muy altos (del orden de 2000 c/s SPP2 se emprendieron trabajos de detalle (plan contador en cintilometría y emanometría), sondeos y perfiles de resistividad en los lugares llamados El Salero y La Rinconada.

Otros valores anómalos se descubrieron en los fotoplanos Cerro de las Cuentas y Fraile Muerto.

Las recomendaciones de Muset son las siguientes:

- continuar la prospección aérea y revisión primaria de las anomalías surgidas en la misma;

- prospectar en detalle las anomalías sedimentarias de la hoja Arbolito;

- perfilar los pozos existentes en el Uruguay;

- hacer un muestreo geoquímico de un área abarcando los sedimentos anómalos y el basamento colindante a los efectos de saber si el último puede constituir una fuente de uranio.

4.12. IGU. 1977-79

Como consecuencia de las recomendaciones de los expertos Taylor y Muset, el IGU emprendió una exploración de cierto relieve, de 1977 a 1979.

Los trabajos incluyeron:

- una prospección general aerorradimétrica
- una prospección detallada del distrito Cerro Largo
- una prospección detallada del distrito Las Cañas

4.12.1. Prospección general aerorradimétrica

Comenzada con la misión Solís en 1976, finalizó en 1979 tras haberse volado 38.000 km lineales, los que corresponden a un recubrimiento de 24.500 km2.

Se registró el conteo total, con un cristal de 600 cc. El avión era un CESSNA 185 de la Fuerza Aérea.

El estudio abarca cuatro unidades geológicas: los dos basamentos, el devónico y el Gondwana en el borde Sur de la cuenca.

Los resultados fueron tratados del modo estadístico, las anomalías compiladas en mapas y luego revisadas en el campo.

Dicho globalmente, la prospección confirmó las anomalías ya conocidas en los ambientes sedimentarios.

En el basamento, sobre todo en el viejo, las anomalías revisadas son, en su casi totalidad, debidas al torio.

4.12.2. Prospección detallada, distrito Cerro Largo (marzo 77-julio 78)

Los trabajos comprendieron:

- un mapeamiento geológico al 1:10.000;
- una malla 250 x 100 m con radimetría, emanometría, muestreo geoquímico y sondeos eléctricos;
- 24 sondeos con testigos, totalizando 1623 metros.

Dos de los sondeos recortaron tramos mineralizados en uranio: el sondeo 1 con varios tramos conteniendo de 100 a 400 ppm de uranio entre 15 y 22 metros; y el sondeo 4 con unos tramos decimétricos y leyes comparables.

4.12.3. Prospección detallada, distrito Las Cañas (agosto 78-junio 79)

Luego de la prospección general aeroportada, se hizo un mapeamiento geológico a escala 1:20.000, el cual confirmó la ubicación de las anomalías en la formación de base del devoniano (formación Cerrezuelo).

Luego se hicieron los siguientes estudios:

- radimetría aérea en malla de 200 x 250 m;
- radimetría terrestre en malla 20 x 50 m;
- 50 perforaciones (total 2163 m) en malla de 400 x 400 m, luego ampliada a 1200 x 1600 m.

Se abandonó el distrito al no encontrar valores lo suficientemente altos como para justificar un trabajo más detallado.

4.13. MISION THOSTE (abril-mayo 1979)

Dicho experto permaneció en el país tres semanas.
Hizo un análisis de los antecedentes en una prospección de uranio y formuló un programa cuyas conclusiones coinciden con las que emitieron Taylor y Solís.

Subraya el interés del Gondwana y la necesidad de un análisis sedimentológico hacia el centro de la cuenca.

Hace hincapié en el basamento joven, alineado, ante la fracturación que separó Africa de América, con la Damara belt del Sur de Africa.

III. TRABAJOS DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE LAS OPERACIONES

1981: J A S O N D — 1982: E F M A M J J A S O N D — 1983: E F M A M J J A S O N D

DOCUMENTACION

EXPLORACION GENERAL

- muestreo, geoquímica pedestre
- radimetría autoportada
- Sedimentología Gondwana

EXPLORACION DETALLADA

- revisión de anomalías (muestreo, radimetría)

SONDEOS

APOYO TECNICO

- geofísica
- laboratorio

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

- Cursos en FRANCIA
- Consultores

FIG. III.1

1. PRESENTACION

1.1. MEMORIA DE LOS TRABAJOS ANTERIORES

La geología, la yacimientología y los trabajos antecedentes destacan dos temas prioritarios: el basamento joven y el sedimentario permo-cretácico. El cretácico-eoceno viene en segundo término de prioridades.

Además, dos sectores con anomalías uraníferas han sido delimitados: el Devónico de Las Cañas y el Permo-Carbonífero de Cerro Largo Su^.

En cuanto a las anomalías del Precámbrico, aún no han sido discriminadas las del basamento joven. En cambio, las anomalías descubiertas por la prospección aérea en el Precámbrico viejo de Cerro Largo, han sido revisadas: son toríferas.

1.2. PROGRAMA

El proyecto de contrato fue acompañado por un informe técnico con un programa de trabajo cuyas orientaciones provenían de los estudios precedentes.

Se priorizaban los temas de exploración de la forma siguiente:

Prioridad 1 : Permo-carbonífero de Cerro Largo Sur
" 1a : Bordes de la cuenca colindante con el basamento
" 1b : Segmentos más profundos (cuenca adentro)

Prioridad 2 : Basamento

" 3 : Cretácico-terciario

1.3. TRABAJOS DEL INVENTARIO MINERO

En realidad, los trabajos del Proyecto Uranio fueron iniciados por el Inventario Minero, con su muestreo en 13 fotoplanos con radimetría pedestre continua.

En el anexo AN 1, se detalla un estudio estadístico de los datos logrados.

Los resultados concretos más destacables son los siguientes:

- la puesta en evidencia de un grupo de valores altos en el borde Sur de la Isla Cristalina;

- el descubrimiento de una anomalía radiactiva en la serie de Lavalleja que corresponde a un banco de fosfatos con alto contenido en Uranio.

1.4. DECISIONES DE ARRANQUE

Luego de las primeras semanas dedicadas a la documentación, al recibir los primeros resultados del muestreo realizado por el Inventario, se decidió trabajar en prioridad en la cuenca gondwánica del Norte. En consecuencia, los temas fueron distribuidos de la siguiente manera:

- en las partes ya exploradas, sea el borde sureste de la cuenca, geología de detalle a los efectos de situar las anomalías conocidas en su ambiente y encarar su evolución en profundidad;

- en las partes no exploradas, búsqueda de anomalías por dos métodos:

- geología, muestreo y radimetría pedestre a lo largo del supuesto tope de la formación San Gregorio, donde se hallan las anomalías conocidas. La escasez de afloramientos impuso el muestreo, siendo poco eficaz la radimetría sola.

- radimetría autoportada en la parte Oeste de la cuenca, habiendo sido ya estudiada la parte Este con el mismo método.

1.5. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

Se constituyeron así, tres grupos de trabajo: sedimentología, geoquímica y radimetría autoportada.

Después se formó el grupo de geofísica el cual se dedicó a estudios detallados en sectores destacados por los estudios generales.

Finalmente, se empezó la evaluación de los índices y se formó, en consecuencia, un grupo de vigilancia de sondeos.

La figura III. 1 resume el desarrollo de las operaciones .

1.6. COMPOSICION DEL INFORME

Los trabajos de los cinco grupos se reseñan en los capítulos siguientes.

III. 2 Radimetría

III. 3 Geoquímica

III. 4 Geofísica

III. 5 Estudios detallados

III. 6 Geología del uranio en la cuenca Gondwánica

Por comodidad, se comentan los hechos de interés junto con los trabajos que los destacaron.

Un cuadro recapitulativo sintetizará los datos en el capítulo conclusiones.

2. RADIMETRIA

2.1. PRINCIPIOS BASICOS DE LA RADIMETRIA

2.1.1. Productos de la desintegración

La prospección de uranio aprovecha los fenómenos físicos vinculados con la desintegración de los elementos radiactivos naturales: el uranio, el torio y el potasio.

La desintegración es acompañada por la emisión de partículas alfa, beta y radiaciones electromagnéticas.

Estas se pueden dividir en dos grupos según su energía: los rayos X, emitidos por los electrones periféricos y de poca energía (hasta 100 kilos-electrón-voltios o Kev) y los rayos gamma, emitidos por el núcleo y de enegía mucho más fuerte.

En prospección de materias radiactivas, se estudia la emisión alfa (emanometría) y sobre todo, la emisión gamma, muy generalizada.

El uranio 238 y el torio 232 se desintegran con emisión, cada uno, de una veintena de "rayas" de energía constante y situada entre 200 y 3000 Kev.

El potasio 40 se desintegra con emisión de una sola raya gamma, de energía 1460 Kev.

2.1.2. Gammametría de prospección

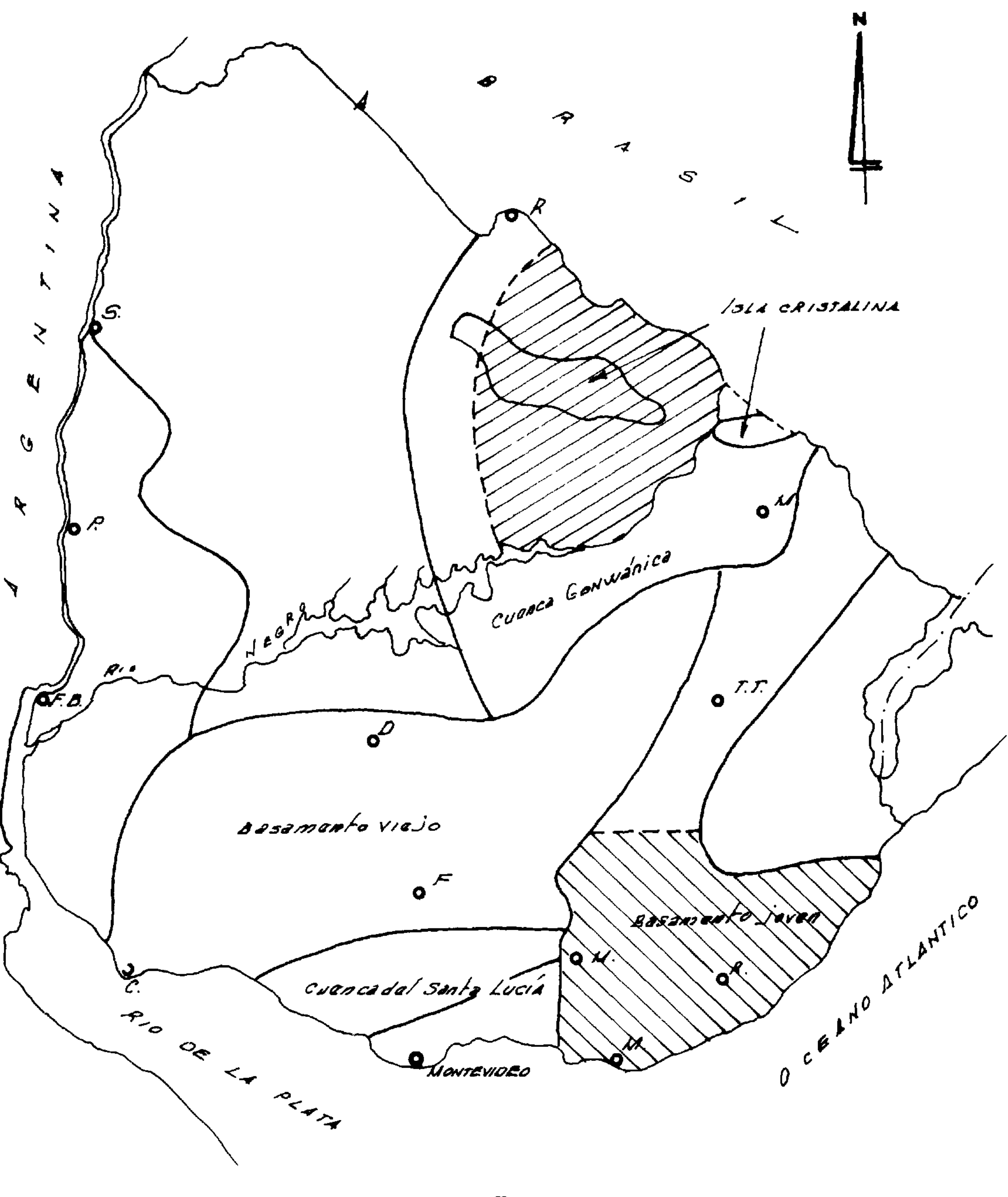
Se recurre a dos tipos de mediaciones:

- el conteo total, es decir que la intensidad de todas las radiaciones gamma son medidas por encima de cierto nivel de energía, llamado "umbral". Así, se descartan las radiaciones de bajas energías las cuales no todas proceden de los tres elementos radiactivos naturales;

- la espectrometría, es decir la medida de una raya individualizada de uno de los tres elementos. Así se distingue a cuál de los tres elementos pertenece la anomalía.

Concretamente, la espectrometría apunta a la raya de 2620 Kev del torio de 1760 Kev del uranio y la única raya del potasio.

RADIMETRIA AUTOPORTADA



1982 _ CONTEO TOTAL

1983 _ ESPECTROMETRIA

FIG. RAD 1

2.2. APARATOS DE GAMMAMETRIA

2.2.1. Componentes

Un aparato de gammametría consta de dos partes básicas: el detector y el integrador (o discriminador).

El detector es generalmente un cristal de ioduro de sodio que transforma los rayos gamma en luz, la cual es medida por una célula fotoeléctrica.

El integrador fija los límites de las medidas (umbral, ventanas) e indica al utilizador los valores correspondientes.

2.2.2. Aparatos utilizados en la misión

- Aparatos de conteo total: doce cintilómetros SPP2, con cristal de 25 cc y umbral de 50 Kev.

- Espectrómetros: un GRS 500 de EDA, con cristal de 100 cc y umbrales de 80 y 400 Kev cuando se utiliza en conteo total.

- Un GAD 6 de Scintrex, utilizable con dos cristales de 350 y 1800 cc respectivamente y umbrales de 150 y 400 Kev.

- Un cristal de 4000 cc (GXH de Geometrix) que pensó utilizarse en prospección aérea de conteo total.

- Un GR 410 de Geometrix, con cristal de 350 cc y umbral de 500 Kev.

Este aparato fue modificado, con umbral bajado a 100 Kev aproximadamente y utilizado para conteo total.

2.3. CAMPO DE ESTUDIO

2.3.1. Radimetría sistemática

Se realizaron:

- Una radimetría autoportada en conteo total llevada a cabo de enero a junio de 1982 en la cuenca gondwánica del Noreste, principalmente al Oeste del Río Negro.

- Una radimetría autoportada en espectrometría realizada de enero a junio de 1983 en el cristalino joven del Sureste.

- Una radimetría pedestre a la par del muestreo geoquímico. Ver parte correspondiente de este informe.

2.3.2. Medidas sueltas

Se hicieron varios controles en anomalías conocidas sin control espectrométrico previo.

2.4. CUENCA GONDWANICA DEL NORESTE

(ver Plano PU 2)

2.4.1. Material utilizado

La mayoría de los recorridos se hicieron con el GR 410 conectado con registrador monocanal Hewlett Packard tipo 7155 B e instalado en un vehículo.

Para acelerar los trabajos enlentecidos por el mal estado de los trillos, se utilizó también el SPP2 llevado a mano por un geólogo en un vehículo. Así, en forma expeditiva, se descartaron sectores.

2.4.2. Recorrido

Se recorrió un total de 3827 km lineales de los cuales 2679 se hicieron con cinta grabada y 1150 sin registro.

Se estima en 10.000 km2 la superficie cubierta.

2.4.3. Anomalías

2.4.3.1. Marco geológico

Se descubrieron valores anómalos en la parte de la cuenca situada al Norte de la Isla Cristalina. Se revelaron uraníferos después de medidas espectrométricas.

Pertenecen a la formación Yaguari cuyo facies común son areniscas finas calcáreas de color rojizo.

Corresponden a un nivel delgado (10 cm al máximo) de una roca indurada, roja. El ambiente fue estudiado en mayo del 82 en ocasión de la visita del Dr. A. L'Homer (ver su informe, anexo GEO 1, pág. 42-44).

Luego se realizó un sondeo (La Puente, anomalía 10 F 4), d.nde apareció el nivel anómalo en una columna de areniscas blancas o rojizas, de grano medio, con pruebas de emersión.

El nivel tiene una gran extensión regional: se conocen unos diez afloramientos uraníferos de los cuales los extremos distan unos 50 km.

2.4.3.2. Análisis

Fueron analizadas las muestras tomadas en los tres puntos más activos (9F 1/2 y 10 F 1). Además del uranio, se dosificaron los 23 elementos del "plasma".

A continuación se detallan los resultados más notables

	U	P205	Cu	Ag	B	Zn	Pb	Sn	V	Mo	As
9 PF 1	640	6,2	863	5,8	43	112	482	37	288	54	151
9 PF 2	150	1,8	75	0	52	121	53	0	143	3	46
10 F 1	520	5,2	66	0	81	96	313	104	239	19	41

Valores en ppm con excepción de P205 (%)

Se nota que las anomalías no son sólo uraníferas sino también con fosfato, cobre, plata, plomo, estaño, molibdeno con tenores interesantes.

Hay también fuertes tenores en manganeso que no se evaluaron con precisión.

2.4.4. Conclusión

Repetimos aquí la opinión del Dr. Slansky, experto en fosfato, quien visitó la zona: ninguna de las anomalías visitadas indica la existencia de una sedimentación fosfatada abundante en la región. Luego, falta la condición esencial como para constituirse un yacimiento de uranio en tal ambiente: que exista primero una concentración interesante en fosfatos.

2.5. BASAMENTO JOVEN DEL SURESTE

(Ver Plano PU 3)

2.5.1. Material utilizado

Se trabajó con dos equipos:

- Un vehículo equipado con el espectrómetro GAD 6, el cristal GSA 61 de 1800 cc y el registrador bicanal.

- Se recordó el conteo total y el conteo del torio.

En cada anomalía se detenía el vehículo y se operaba una medida espectrométrica de 100 segundos de duración.

- Un vehículo equipado con el GR 410 y el registrador monocanal HEWLETT PACKARD. Se controlaban las anomalías con el espectrómetro EDA. Luego, se desplazaba el primer vehículo para hacer medidas de 100 segundos.

2.5.2. Recorridos

Se recorrieron 1649 km lineales en conteo total y 1143 en espectrometría.

Se hicieron 188 paradas con medidas espectrométricas de las cuales la mayoría corresponde a valores altos de conteo total.

Se estima en 12.500 km2 la superficie cubierta.

2.5.3. Anomalías

2.5.3.1. Marco geológico

Se adjunta un mapa geológico sumario (plano PU 4) con las anomalías ubicadas.

Las más altas están situadas en un conjunto de neis y migmatitas con pegmatitas intercaladas. En el campo, la radimetría sube al cruzar los filones de pegmatitas.

2.5.3.2. Medidas espectrométricas

En el cuadro III.2.1. presentamos las medidas logradas en los puntos anómalos con valores de 500 cps SPP2 o más

Se nota que las anomalías son en su mayoría exclusivamente toríferas. Sin embargo, se destacan dos indicios:

- el Aiguá 1, con valores altísimos en torio acompañado por uranio subordinado;

- el Cerro Partido 1, donde el aporte uranio es significativo.

2.5.4. Conclusiones

La anomalía de Cerro Partido merece un estudio prioritario.

Siendo las demás toríferas, se ubican su posición y su ambiente para que puedan ser aprovechadas por otras misiones.

2.6. RADIMETRIA PEDESTRE

Se hizo a la par del muestreo geoquímico.

Los datos están compilados en los planos del anexo GQER y GQRR.

Tuvo pocos resultados interesantes por haber sido ejecutada en terrenos de mucho espesor de suelo.

Sin embargo, cabe recordar que de esta manera se ubicaron las anomalías de La Magnolia y de Paso Amarillo (ver III 5.3. y 5.4.).

2.7. MEDIDAS RADIMETRICAS SUELTAS

Indicamos aquí unas medidas efectuadas en anomalías radimétricas halladas por misiones anteriores o descubiertas con motivo de desplazamientos fuera de las zonas de trabajo programado.

Las anomalías 1 y 2 fueron halladas por el Inventario Minero; las 4,5 y 6 por Mujica y confirmadas por Cameron; las 7 y 8 por la prospección aérea, la 9 por la autoportada DINAMIGE.

En el cuadro III 2.2., se indican detalles de los cuales algunos merecen una explicación.

Las columnas "aporte EDA" corresponden a las medidas hechas con el espectrómetro GRS 500.
De las medidas , se hacen las correcciones usuales y se calculan los aumentos netos en torio (t) y uranio (u).

En las nueve anomalías, se nota la importancia del aporte en torio, lo que parece atribuir las anomalías a minerales uranio-toríferos, probablemente refractarios.

2.8. COMENTARIO DE LOS CUADROS III 2.1. Y 2.2.

No nos animamos a calcular las equivalencias en porcentajes de uranio y torio correspondiendo a los valores radimétricos, aunque la concepción del aparato GAD 6 lo permita . Esto es debido a las condiciones geométricas no siempre idénticas de las medidas.

La evaluación que se propone es meramente cualitativa.

Así, en el cuadro III 2.1., las anomalías son debidas a alto contenido de torio, excepto el caso de la F 25 1 en la cual el uranio participa en buena parte.

Los valores del cuadro III. 2.2. fueron logrados con el EDA, un aparato mucho menos preciso que el GAD 6. Se destacan solo las anomalías toríferas de Valentines y Tupambaé.

AREA ATLANTICA

PROSPECCION AUTOPORTADA. ESPECTROMETRIA. ANOMALIAS
(con GAD 6 + GSA 61)

CUADRO III 2.1.

ROTULO	MAXIMO SPP2	FONDO				ANOMALIA				APORTE				OBSERVACIONES
		ct	k	u	t	ct	k	u	t	ct	k	u	t	
D 25 . 1	1200	147	28	3	8	431	24	7	48	284	-	4	40	Anomalía torífera
D 25 . 2	500	197	32	5	11	424	36	10	38	227	-	5	27	"
D 26. 1	500	190	26	4	14	329	34	6	30	139	8	2	16	"
E 26. 1	600	143	28	2	7	514	33	7	56	361	5	5	49	"
E 26. 2	1200	192	26	5	13	801	35	7	68	609	9	2	55	"
E 26. 3	1000	131	16	3	10	388	29	6	39	257	13	3	29	"
E 27. 1	1500	210	37	3	16	843	27	12	103	633	10	9	87	"
E 27. 2	3000	210	37	3	16	840	42	13	94	630	5	10	78	"
E 27. 3	750	210	37	3	16	379	22	5	42	169	15	2	26	"
E 27. 4	700	171	28	4	10	230	45	3	12	59	17	0	2	"
E 28. 1	850	198	41	3	10	524	29	8	58	326	-	5	48	"
F 25. 1	1200	140	6	5	4	797	1	47	45	657	5	42	41	Anomalía fuerte en U
F 26. 1	2000	134	22	3	7	2333	24	33	311	2200	2	30	304	Anomalía muy fuerte en T
G 28. 1	2000	286	27	5	26	499	29	6	55	213	2	1	29	Anomalía torífera
G 29. 1	14500	384	41	5	36	846	44	10	97	462	3	5	61	"

Ver ubicación en el plano PU 4

ct = lectura conteo total
k = " canal torio
[illegible]

ESPECTROMETRIA

MEDIDAS SUELTAS

CUADRO III 2.2.

PARAJE	FOTOPLANO	X	Y	SPP2 cps	APORTE EDA		AMBIENTE	OPINION
					u	t		
1. Zapucazy	Pº Amarillo	542	6498	2000	3	8	neises finos	Minerales toríferos
2. Zapucay	" "	539	6497	1500	1	4	" "	" "
3. Alborada	Alborada	597	6481	1400 (muestras)	0	3	neises	" "
4. Valentines	Valentines	566	6316,5	1000	5	16	granitoide	Debido a torita en piroxenos
5. Valentines	Valentines	558	6323	1250	13	33	piroxenita	(lámina delgada)
6. Valentines	Pavas	569	6324	2500	10	37	granitoide	" "
7. Tupambaé (*)	Quebracho	585	6383,5	1000	2	15	granito	Minerales toríferos
8. Cº Grande	Tacuarí	662	6402	350	1	4	granito	" "
9. Sierra Aceguá	Aceguá	640	6474	500	4	6	aplita	" "

(*) 7 Tal vez revisada por Taylor (5,7 ppm eq. U; 38 ppm eq. Th)

3. TRABAJOS DE GEOQUIMICA

3.1. PRINCIPIOS BASICOS DE LA PROSPECCION GEOQUIMICA

En los anexos O y T se detallan los principios básicos y métodos de la prospección geoquímica.

En pocas palabras, esta técnica trata de hallar en los suelos y aluviones, anomalías en uno o varios elementos químicos, es decir, valores más altos de lo normal (fondo).

En el cámpo, son tomadas muestras que después se preparan en taller y analizan.

El origen de las anomalías es a menudo la presencia de un cuerpo mineralizado vecino que provoca una contaminación alrededor.

Los datos son estudiados a modo estadístico definiéndose así un "umbral" de anomalía. Los valores que lo superan dan lugar a una revisión. Se confirma o no la anomalía. En el caso de confirmación, se pueden decidir estudios de detalle para llegar más cerca de la causa real.

3.2. PREPARACION DE LAS MUESTRAS Y ANALISIS

3.2.1. Método

La muestra pasa por las siguientes etapas:

- secado;
- tamizado a menos de 125 micrones;
- ataque con ácido nítrico concentrado y caliente;
- disecación del producto del ataque;
- mezcla del residuo seco con una pastilla de fusión (10% Na F + 90% Na_2Co_3) en horno .
- determinación en la pastilla del contenido de uranio con fluorescencia UV.

3.2.2. Laboratorios

Desde enero 1982 hasta marzo del 83, se trabajó sólo con el laboratorio del Ingeniero Tosi.

En marzo del 83, empezó a funcionar el laboratorio de la Dra. Rodríguez (fluorescencia laser).

3.3. ELECCION DEL TEMA. ADECUACION DEL METODO GEOQUIMICO

Los estudios de base destacaron el tope de la formación San Gregorio como nivel anómalo en Cerro Largo Sur.

En consecuencia, se decidió su estudio en prioridad.

Al iniciarse la misión, nos dimos cuenta de que la radimetría, herramienta de base de la prospección de uranio, carecía a menudo de eficacia. Debido a un relieve bastante suave en casi todo el país y una pluvicsidad abundante, se desarrollan suelos espesos que absorben las radiaciones gamma de las rocas subyacentes.

Como consecuencia, se decidió utilizar el método geoquímico para la prospección del uranio en el Gondwana.

Al finalizar la misión se aplicó también la geoquímica en el basamento joven en sectores ya muestreados por el Inventario con motivo de comparar su eficacia con respecto a la radimetría.

3.4. ESTUDIOS DE ORIENTACION

Los estudios anexados en GPO proporcionaron enseñanzas utilizadas para los trabajos de muestreo.

Concluyeron a una débil extensión de las anomalías (unos 100 m). Los niveles superiores de los suelos son suficientemente representativos del tenor medio del perfil y no se alcanza mucha más precisión al buscar muestras en profundidad.

Se recomienda muestrear los suelos en la parte inferior de las vertientes.

En cuanto a los aluviones, dan mejor resultado las muestras tomadas en desagües menores y pequeños valles con flancos poco inclinados.

3.5. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

3.5.1. Datos globales (31.10.83)

Muestras estratégicas	8375
Muestras tácticas	2506
Total muestras	10881

Análisis Lab. Ing. Tosi	5667
Análisis Lab. Dra. Rodríguez	4941
Total Análisis	10608

3.5.2. Prospección estratégica
(ver figura GQ 1)

El cuadro III 3.1. resume el trabajo del muestreo estratégico: 8375 muestras tomadas sobre aproximadamente 2800 km2, sea una densidad de 3/km2.

Los resultados se sometieron a un tratamiento estadístico a los efectos de definir un umbral de anomalía. Los valores superiores al umbral pueden justificar una revisión.

Se proporcionan a continuación unos ejemplos sencillos de determinación del umbral.

En cada grupo de valores, se determina su media arrítmica, su desviación standard, luego, anomalías del 1er., 2° y 3er. orden al agregar a la media respectivamente 4, 3 y 2 desviaciones standard.

Por ejemplo:

FOTOPLANO	Nº MUESTRAS	TENOR MAXIMO (ppm)	$\bar{x}$	σ	$\bar{x} + 2\sigma$ anom. 3er. orden	$\bar{x} + 4\sigma$ anom. 1er. ord.
ALBORADA	593	131.0	1.4	1.5	4.4	7.4
LAS FLORES	543	27.0	1.5	1.4	4.3	7.1
VICHADERO	474	49.0	1.4	1.2	3.8	6.2

Teóricamente, una anomalía del 1er. orden, se considera merecedora de un estudio táctico.

En realidad la interpretaación es más empírica y la observación en el mapa de los grupos de tenores contados según valores redondeados (por ejemplo 3,5,10 ppm) y señalados por colores distintos, enseña mucho más (un alineamiento de tenores medianos puede resultar de la presencia de un nivel litológico distinto pero escondido por el suelo; un valor fuerte en un flat no se puede comparar con su equivalente en una ladera).
Así, se deben descartar las anomalías de uranio formacionales (presencia de granitos ricos en uranio en la cercanía por ejemplo) y las anomalías pedogenéticas. Estas últimas son más difíciles de comprobar y generalmente es necesaria una revisión en el campo.

Sin embargo, para eliminar algunas de estas anomalías parásitas, el geólogo que interpreta utiliza:

-los datos geológicos conocidos
- las planillas de muestreo (color, lugar de muestreo)
- la foto (geomorfología)

Esto en el caso de que haya dudas en la jerarquización de las anomalías.
En el Proyecto Uranio se verificaron casi todas las anomalías superiores a 10 ppm o los grupos de valores mayores de 5 ppm en los primeros fotoplanos cuyos resultados son conocidos desde hace varios meses.

3.5.3. Prospección táctica

(ver fig. GQ 2 y mapas en anexo GQR)

Cuando se considera una anomalía digna de interés, se decide una revisión, es decir un estudio de geología, muestreo y radimetría a escala más pequeña. Se habla de fase táctica.

La densidad del muestreo puede alcanzar 100 muestras/km2.

El cuadro III 3.2. sintetiza los datos de los estudios tácticos y de orientación.

En el cuadro III 3.3. se da una opinión sobre los resultados y los trabajos que prever en cada caso, así como la prioridad que merece. Este orden de prioridad debe ser modificado constantemente al tomar en cuenta todos los resultados analíticos llegados diariamente.

El cuadro III. 3.4. señala varios grupos de anomalías cuyos datos fueron conseguidos al finalizar la misión (octubre 1983) y que están por revisar.

Se trata de ocho grupos de valores altos en el sedimentario del Noreste y un grupo en el basamento joven (granito de Polanco).

3.6. CRITICA DEL TRABAJO EFECTUADO

(Ver anexo GQC)

Después de una visita a los lugares de principal interés, el Doctor Wilhelm, experto consultante del BRGM confirmó los métodos empleados a nivel estratégico y táctico insistiendo en el interés de afinar más la fase táctica muestreando en profundidad y con malla apretada.

En efecto, los resultados de táctica contienen una mayoría de buenos valores en flat y fondo de hondonada en relación con los suelos en laderas y crestas. La razón debe ser la lixiviación de los horizontes superficiales en terreno inclinado, y en cambio, la concentración en los horizontes superficiales hidromorfos de las partes bajas.

Para eludir esta limitación al hallazgo de un eventual cuerpo mineralizado por métodos geoquímicos, limitación impuesta por ciertas condiciones pedogenéticas, es necesario muestrear en profundidad en las vertientes de las lomas u hondonadas por medio de sondeos con taladro o Minuteman, y analizar las muestras en varios niveles.

Además, se hicieron sugerencias a nivel analítico:

- análisis del uranio total en ciertos casos y su comparación con U móvil para presenciar el modo de captación de este elemento;

- control multielemental para tener en cuenta ciertos acompañantes habituales u ocasionales del Uranio y valorizar las anomalías;

- pruebas de extracción selectivas por solventes de la materia orgánica para verificar dónde se entrampa el uranio. Este dato permitiría corregir los valores de las anomalías a nivel estratégico y semitáctico.

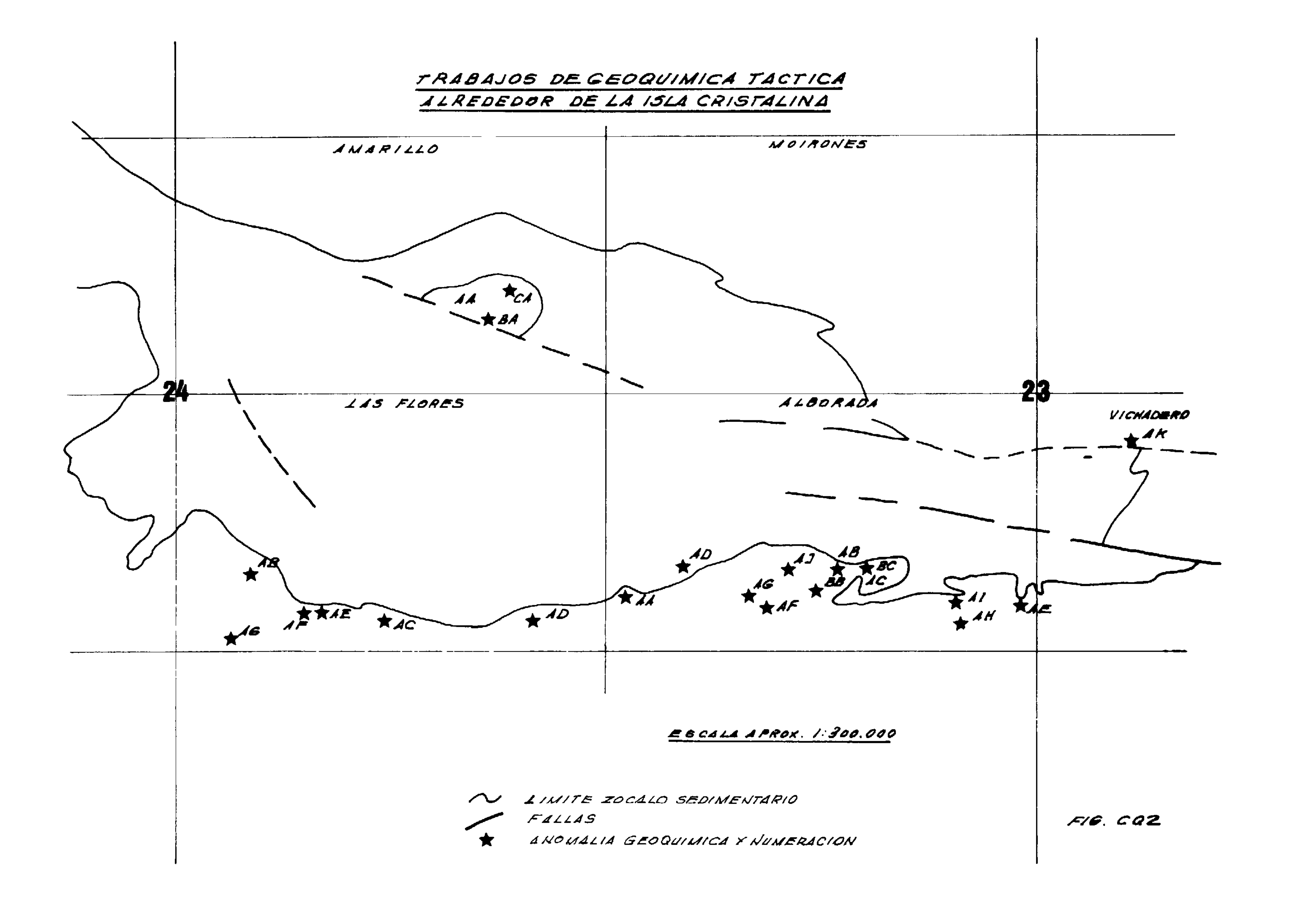
El consultante opina que la presencia de acumulaciones del metal Uranio en niveles del Pérmico es cierta y haberlo puesto en evidencia es un resultado importante. Estas acumulaciones son responsables de varias anomalías geoquímicas . (Hasta ahora los resultados conciernen solamente al Norte y NE de la cuenca gondwana, sectores sin prospectar por este método antes de la fecha).

PROYECTO URANIO

BELLA UNION
ARTIGAS
BRASIL
RIVERA
H G F E
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
Isla Cristalina
SALTO
B
ARGENTINA
PAYSANDU
C2
M
19
20
FRAY BENTOS
A1
A2
C3
G
25
Arroyo del Soldado
COLONIA
C4
MALDONADO
MONTEVIDEO
RIO DE LA PLATA
OCEANO ATLANTICO



FIG. GQ1


TRABAJOS DE GEOQUIMICA TACTICA
ALREDEDOR DE LA ISLA CRISTALINA
AMARILLO
MOIRONES
24
23
LAS FLORES
ALBORADA
VICHADERO
AA
CA
BA
AK
AB
AG
AF
AE
AC
AD
AA
AD
AJ
AB
BB
BC
AC
AG
AF
AI
AH
AE
ESCALA APROX. 1:300.000
LIMITE ZOCALO SEDIMENTARIO
FALLAS
ANOMALIA GEOQUIMICA Y NUMERACION
FIG. CQ2

3.7. RECOMENDACIONES

3.7.1. Prospección estratégica

- Seguir el estudio de las zonas de interés puestas en evidencia (borde de cuenca) sabiendo que existe un stock metal en varios niveles (tope de San Gregorio: Magnolia-Cerro Largo Sur-Yerba Sola: Pelíticos grises: (Amarillo, Mercedes, Puntas de Abrojal?); eventualmente Yaguarí (Adelaida);

- Diversificar los blancos, iniciando muestreos en regiones recomendadas por los geólogos que trabajan con otros medios (autoportada, reconocimientos geológicos previos...) en el zócalo joven y antiguo, eventualmente en sedimentario post-gondwana.

3.7.2. Semitácticas y tácticas

- Seguir con las tareas efectuadas hasta ahora en las regiones donde tenemos resultados de estratégica, es decir controlar las anomalías según la regla siguiente:

1a. fase: Muestreo de suelos superficiales apretados cada 100 a 50 m en los flat o a lo largo de las hondonadas donde aparecieron valores altos, para confirmar los análisis, y sobre todo, comprobar su repetitividad en un área más o menos extensa. Esto probaría un stock U en los alrededores. Al mismo tiempo, muestrear al pie de las laderas adyacentes al drenaje para delimitar mejor el origen del uranio.

2a. fase: Después de obtener resultados analíticos de la 1a. fase, limitarse a las partes más interesantes y muestrear el subsuelo de las laderas haciendo perforaciones cortas con taladro de mano o Minuteman. Estos perfiles tienen que corresponder a una malla cerrada (líneas siguiendo la pendiente alejadas de 100 m, y en cada línea, perfiles cada 20 ó 40 m por ej.) para asegurarse de penetrar o acercarse lo más posible al cuerpo mineralizado responsable de la anomalía.
La lixiviación de los horizontes superficiales de los suelos hace necesaria esta operación.
En caso de cuenca no demasiado extensa, se pueden efectuar las 2 operaciones en la misma campaña para ahorrar tiempo, analizar las muestras correspondientes a la 1a. fase y según los resultados obtenidos, analizar sólo la parte interesante de las muestras de la 2a. fase.

3.8. SECCION ANEXOS

Comprende los siguientes elementos

3.8.1. Algunos estudios de orientación: tres informes de B. Pradier, agregados con dos notas de carácter más general. Símbolo: GQ O. Se podrá adjuntar, cuando se reciba, la tesis presentada por B. Pradier el 16 de noviembre de 1983 en la Universiad de Orléans, en la que se dedica un capítulo al estudio de la geoquímica del uranio en Paso Amarillo.

3.8.2. El informe de A. Lambert sobre los trabajos llevados a cabo con fecha 31.5.83 (GQT).

3.8.3. El informe de visita de E. Wilhelm (GQC).

3.8.4. Tres series de 24 mapas al 1:50.000 correspondiendo a la prospección estratégica con, respectivamente, la ubicación de las muestras, los resultados de los análisis y las medidas de radiactividad en el lugar del muestreo (GQE U, A, R).

3.8.5. Tres series de mapas a varias escalas, correspondiendo a los trabajos tácticos de misión (GQR, U, A, R).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL MUESTREO ESTRATEGICO

CUADRO III 3.1.

FOTOPLANO	FECHA MUESTREO	CANTIDAD MUESTRAS	AREA MUESTREADA (km2)	DENSIDAD Mues/km2	Mues/ Día/ Equipo
Las Flores	1/82	543	180	3.0	30
Alborada	1-2/	593	188	3.1.	25
Moirones	2/	95	29	3.3.	24
Vichadero	3/	488	165	3.0	25
Aceguá	3/	447	180	2.3	26
Zanja Honda	3-4/	286	110	2.7	21
Lechiguana	3/	91	34	2.7	23
Pº Mazangano	4/	48	21	2.3	24
Tacuarí	4-5/	407	145	2.8	23
Sierra Ríos	5/	193	60	3.2	24
Melo	5/	77	28	2.7	19
Centurión	6/	225	70	3.2	19
Fr. Muerto	6-7/	987	335	2.0	21
C. del Ombú	9/	29	10	2.9	29
cº Cuentas	10/	897	260	3.5	25
Arbolito	11/	308	85	3,7	26
Pº Puerto	12/	219	84	2.6	20
Porrua	12/	224	86	2.6	25
Polanco	2-3/83	457	130	3.5	18
Pº Minuano	3-5/	546	220	2.6	26
Pº Pereira	4/	412	150	2.8	21
Caraguatá	4-5/	225	80	2,8	21
Pº S. Diego	5/6	267	(90)	3.0	
La Paloma	8/10	311(parcial)			
TOTAL al 15/10/83		8375	2740	3.0	

ESTADISTICAS DE TACTICAS Y ESTUDIOS

DE ORIENTACION

Cuadro III 3.2.

Nº anom.	Nombre	Fotoplano	Coordenadas X	Coordenadas Y	Total mues.	Area km2	Densidad
Sedimentario	Pérmico						
23 AA	Zorrillo	Alborada	570	6480	96	3.5	27
23 AB	Ptas. Abroj. Centro	"	586	6482	188	13	14
23 BB	Mellizos	"	585	6482	67(+9)	1	67
23 AC	Ptas. Abroj. Este	"	590	6482	92	11	8
23 BC	"	"	589	6483	51	0.8	64
23 AD	Abrojal	"	575	6482	26	1.2	22
23 AE	"	"	602	6480	26	1.7	15
23 AF	Tacurú	"	582	6478	44(+9)	1.3	34
23 AG	Tacurú W	"	580	6478	105	6.2	17
23 AH	Coronilla	"	597	6476	90	5.9	15
23 AI	"	"	596	6479	32	2	16
23 AJ	Ptas. Abroj. Oeste	"	583	6483	128	9.2	14
23 AK	Adelaida	Vichadero	608	6493	89(+133)	5	18
24 AA	Pº Amarillo	Amarillo	560	6502	116	18	6.5
24 BA	"	"	560	6502	42	0.4	100
24 CA	"	"	560	6502	54(+32)	0.5	100
24 AB	"	Las Flores	542	6482	18(+13)	0.4	45
24 AC	Magnolia	"	551	6478	47	1.8	25
24 AD	Mercedes	"	564	6478	48	1.7	28
24 BD	"	"	565	6478	167	15	11
24 AE	Las Chilcas	"	547	6478	63(+105)	2.6	24
24 AF	Las Chilcas W	"	545	6478	1		
24 AG	"	"	538	6477	44	3,4	13

Cont. Cuadro III 3.2.

Nº Anom.	Nombre	Fotoplano	Coordenadas		Total mues.	Area km2	Densidad
			X	Y			
Cristalino joven							
80 AA	Aº del Medio	Aº del Soldado	564	6224	73(+7)	6.5	11
80 AB	La Serrana	"	562	6229	94	7.8	12
80 AC	El Penitente	Minas	564	6202	108	22	5
80 AD	La Calera	Aº del Soldado	552	6218	64	2	32
Estudio de orientación							
46 AA	Cº Largo S	Arbolito			107(+10)		
47 AA	Yerba Sola	Cº Cuentas			100(+8)		
Total: 2506							

LISTA DE LAS ANOMALIAS REVISADAS

Y RECOMENDACIONES

CUADRO III 3.3.

ANOMALIA	PRIORIDAD	RESULTADOS	TRABAJO PROPUESTO
23 AA	2	Tenores anómalos en crestas	Perfiles con taladro
23 AB	-	Ya estudiado 2388 + 23 BC	
23 BB	1	Tenores anómalos. Posible nivel de gris con U	En curso de perforación
23 AC	-	Resultados positivos 23BC	
23 BC	1	Umbral paleogeográfico con valores anóamlos	Controlaron perfiles con taladro y después Minuteman
23 AD	NO	En zócalo. Débil anomalía del IM no confirmada	Abandonar
23 AE	NO	Control anómalo IM no confirmado	Abandonar
23 AF	1	Control de anom. estratégica PU confirmada	Control en suelos de flat y bajos de pendiente y después taladro
23 AG	2	Control grupo anóm. PU confirmado	Muestreo apretado en hondonadas y bajos pend. y seguir con perfiles con taladro
23 AH	2	Control grupo anóm. PU conf.	Muestreo flat y hondon. apretado alrededor de los tenores altos
23 AI	3	Control grupo anóm. PU conf. y especificado. Cont. de 23 BB	Confirmar anom. de flat por muestreo apretado y perf. c/taladro. Insistir alr. del 109 y del 63 a 69
23 AK	1	Cont. grupo anóm. PU conf. 2a.fase:taladro y suelos de pendiente entre #79 y 32	Según los resultados, perforar con Minuteman. Cont. las demás anom. c/muestreo apretado

...

ANOMALIA	PRIORIDAD	RESULTADOS	TRABAJO PROPUESTO
24 AA	3	Semitáctica cuyos resultados son 24 BA y CA	Eventual control de # 317
24 BA	-	Anomalía geoq. conf. por sondeos	Terminado
24 CA	-	Anom. geoq. conf. por sond.	Terminado
24 AB	3	Control anóm. PU conf.	Muestreo apretado base pen. cerca #102 y taladro de lomita
24 AC	-	Control geoq.anóm. radim. No resultó por geoq. pero nuevos afl. radiact. Sondeos positivos	Terminado
24 AB-BD	3	Control grupo anóm. PU conf. y especif. Sond no conf.anom.	Terminado, pero se puede averiguar origen anóm. c/perf. c/taladro
24 AE	1	Control grupo anóm. PU conf. y específ. 2a. fase: muest. apret. base pend. y perf. talad. cerca # 9	Según resultados 2a. fase Perforar con Minuteman
24 AF	NO	Control radim. y geoq. de un aumento radimétrico	Abandonar
24 AG	3	Control grupo anom. PU conf.	Controlar flats y fondo hondonada: sobre todo # 27 a 29
80 AA	NO	Control anom. IM conf. pero valores altos de origen lit. y conc. hidromórficas	Seguir estudio de orientación en granito
80 AB	NO	Cont. anom. IM y pba. táctica zona cristalina. Tenores norm. en terreno granítico	Sin interés
80 AC	NO	Semitáctica para comprobar resp. de un granito intr.	Abandonar
80 AD	3	Anom.radim. IM/Rad.fina. Muestreo canal aflor/Táct. alred.Miner. fosf. poca extensión lenticular	Eventualmente seguir ciertos niveles de cuarcita conteniendo U.

CUADRO III 3.4

UBICACION DE GRUPOS DE ANOMALIAS POR REVISAR

Fotoplano	D	12	Lechiguana
"	D	13	Aceguá
"	C	14	Centurión
"	C	15	Sierra de los Ríos
"	D	16	Tacuarí
"	E	16	Fraile Muerto
"	F	16	Paso Minuano
"	G	16	Paso Pereira

4. GEOFISICA

4.1. OBJETIVOS

La geofísica estudia e interpeta las propiedades físicas de las rocas. Sus trabajos permiten al geólogo lograr cierto conocimiento del subsuelo sin necesidad de recurrir a medios mecánicos más costosos.

Los parámetros comúnmente medidos son: la densidad, el magnetismo, la velocidad de las ondas, la radiactividad y varias propiedades eléctricas.

La misión utilizó, en sondeos y superficie, la radimetría y el método de resistividades. Esto permite evaluar la profundidad de los terrenos y establecer un corte aproximativo del subsuelo.

Por otra parte, dado que por razones económicas evidentes se deseaba limitar los trabajos a una profundidad de 150 m, el método fue utilizado para descartar los niveles demasiado profundos.

4.2. PRINCIPIOS DE LOS SONDEOS ELECTRICOS

El principio de un sondeo eléctrico Schlumberger de superficie, consiste en enviar una corriente eléctrica al suelo con ayuda de dos electrodos A y B y medir en el centro M y N la diferencia de potencial creada por la circulación de dicha corriente en las diferentes capas del subsuelo (ver fig. GF 2). La profundidad de investigación del dispositivo aumenta con la longitud de la línea de emisión; de ahí el término sondeo.La medida permite definir una resistividad aparente cuyas variaciones dependen de las resistividades verdaderas y de los espesores de las diferentes capas.

El análisis de la curva permite téoricamente deducir estos diferentes parámetros teniendo en cuenta las siguientes limitaciones:

- la investigación en profundidad es logarítmica, lo que no permite ver más que las grandes unidades eléctricamente homogéneas;

- la determinación de las profundidades no se hace de manera única cuando las capas no son muy espesas pero sí en relación con las resistividades (principio de equivalencia). Cuando no se dispone de ningún dato en una zona, no se puede dar más que una profundidad máxima de las capas. Teniendo en cuenta los resultados de una perforación, se pueden determinar las resistividades de las capas y ayudarse de esta informaciones para determinar la profundidad del zócalo en la zona.

La interpretación cuantitativa en la hipótesis de capas horizontales homogéneas, se efectúa primero con la ayuda de ábacos con 3 capas, y luego con la ayuda de una calculadorautilizando un cálculo directo de las curvas para tener una mayor precisión de la solución propuesta.

4.3. TRABAJOS EFECTUADOS

4.3.1. Medios disponibles

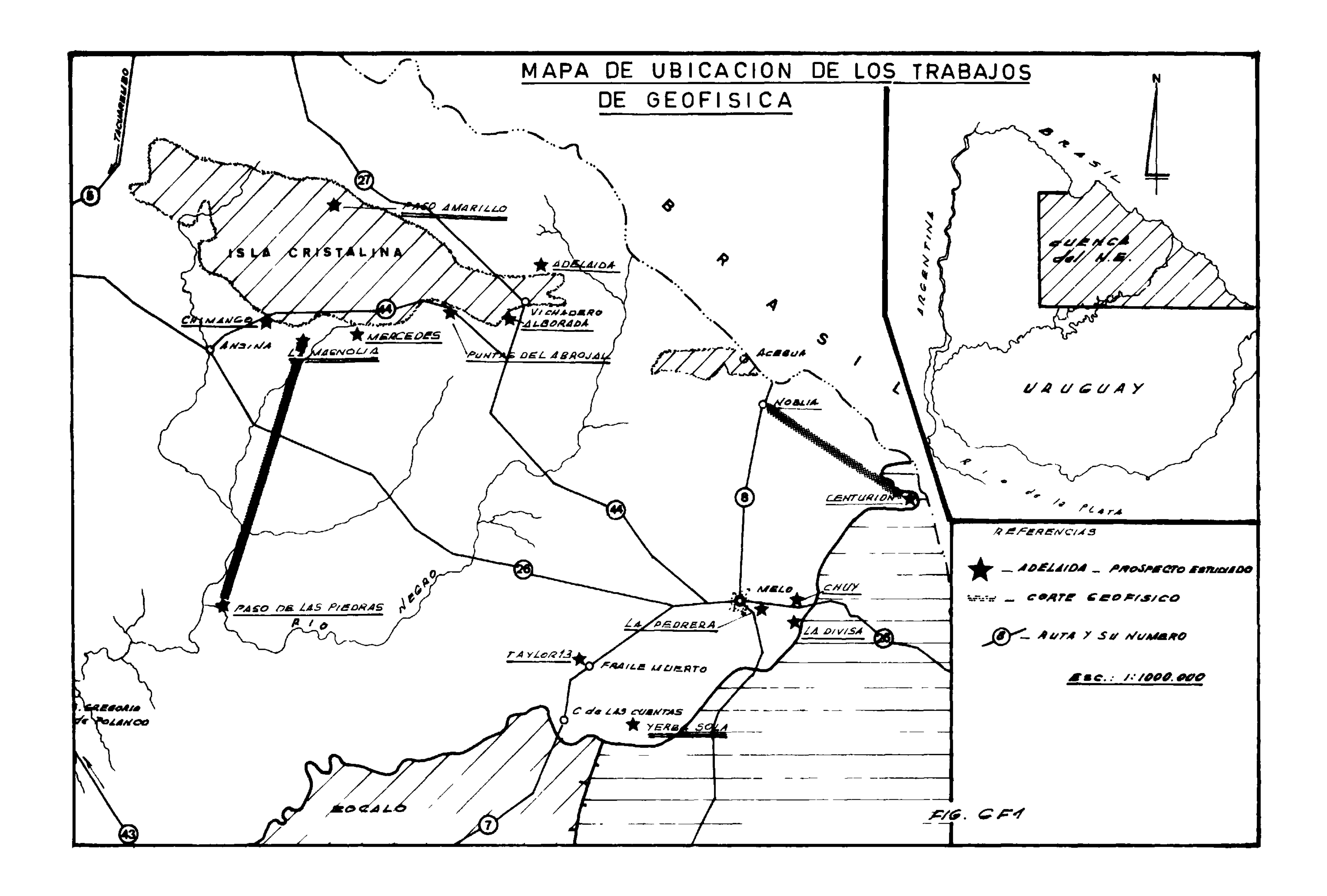
Los medios que han sido puestos a disposición de la geofísica fueron los siguientes·

En personal	- un ingeniero geofísico BRGM de enero 1982 a febrero 1983	José Perrin 14 meses
	- un técnico geofísico DINAMIGE de enero 1982 a octubre 1983	Hugo Cicalese 22 meses
	- un ayudante geofísico DINAMIGE de enero 1982 a octubre 1983	Ramón Rodríguez 22 meses
	- un ayudante y chofer DINAMIGE de enero 1982 a octubre 1983	Mateo Ramos 22 meses
	- un experto técnico BRGM del 13 de agosto al 12 de oct. 82 del 07 de octubre al 6 de nov. 1983	Jean Bernard 3 meses

En equipos
- 1 vehículo TOYOTA
- 1 resistivímetro ABEM (400 V alimentado por pilas 15 V)
- 1 resistivímetro SYSCAL (700 V) a partir de marzo 1982 alimentado por pilas de 90 V.

4.3.2. Estadísticas

Las zonas estudiadas con geofísica están representadas en la figura GF 1. Se dividen principalmente en dos categorías: las que están ubicadas alrededor de la Isla Cristalina y las que se encuentran al Este y al Sur de Melo.



MAPA DE UBICACION DE LOS TRABAJOS
DE GEOFISICA
ISLA CRISTALINA
PASO AMARILLO
ADELAIDA
CHIMANGO
ANSINA
LA MAGNOLIA
MERCEDES
VICHADERO
ALBORADA
PUNTAS DEL ABROJAL
B R A S I L
ACEGUA
NOBLIA
CENTURION
PASO DE LAS PIEDRAS
RIO NEGRO
MELO
CHUY
LA PEDRERA
LA DIVISA
TAYLOR 13
FRAILE MUERTO
C de LAS CUENTAS
YERBA SOLA
ZOCALO
S. GREGORIO de POLANCO
TACUAREMBO
BRASIL
ARGENTINA
CUENCA del N.E.
URUGUAY
Rio de la Plata
N
REFERENCIAS
_ ADELAIDA _ PROSPECTO ESTUDIADO
_ CORTE GEOFISICO
_ RUTA Y SU NUMERO
Esc.: 1:1000.000

FIG. GF1

El cuadro III 4.1. da las estadísticas de los trabajos de geofísica con la lista de las salidas al campo. En el total de los 22 meses (enero 82 a octubre 83), se realizaron 359 sondeos eléctricos en 188 días de campo.

En el cuadro III 4.2. se encuentra la lista de los informe de geofísica que dan los resultados y la interpretación de los trabajos efectuados en cada zona. Dichos informes constituyen el Anexo GF.

4.4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.4.1. Valores de resistividad de las formaciones (cuadro III 4.3)

El zócalo cristalino aparece en las curvas de sondeos como una capa resistente, a veces de unos cien ohmiosmetros, pero más frecuentemente de unos mil ohmiosmetros. Fueron obtenidos valores de 2000 Ω m en la zona de La Divisa y de más de 5000 Ω m en la zona de Centurión. Mientras tanto, se debe notar que se encontró una milonita en afloramiento en La Pedrera cuya resistividad no sobrepasa 100 Ω m. También se encontró un basalto en La Yerba Sola con 30 Ω m.

La serie estratigráfica de las zonas estudiadas incluye de abajo hacia arriba:

- la formación San Gregorio que contiene arcilla. Luego, es una capa conductiva generalmente de 30 a 100 Ω m;

- la formación Tres Islas, constituida de areniscas más o menos arcillosas cuya resistividad va de 200 a 3000 Ω m según la zona;

- la formación Fraile Muerto, arcillosa, que pertenece a la serie de los pelíticos grises y que aparece como una capa muy conductiva, de 4 a 20 Ω m.

4.4.2. Problemas de interpretación

Cuando la formación Fraile Muerto está en contacto directo con el zócalo (Amarillo, Adelaida, Alborada, Abrojal, Mercedes), se observa una continuidad lateral de las capas que facilita la interpretación de los sondeos. Así, en Abrojal, un sondeo eléctrico previó el zócalo a una profundidad de 165 m, y una perforación lo encontró a 159 m. En Paso Amarillo, la primera interpretación sobreestimó en un 70% la profundidad del zócalo, el cual fue probado por perforaciones. Una reinterpretación de los sondeos, teniendo en cuenta este coeficiente probablemente debido a una anisotropía de las capas arcillosas de esta zona, permitió restituir correctamente la estructura de esta cuenca sedimentaria.

Cuando las formaciones de San Gregorio y de Tres Islas se encuentran por encima del zócalo (La Magnolia,Yerba Sola, La Divisa, Pedrera, Centurión), la interpetación se hace más difícil debido a las siguientes razones:

- en algunos casos (por ejemplo La Magnolia), las capas de areniscas de Tres Islas no existen en todos los lugares, lo que produce discontinuidades laterales que prohiben una interpetación cuantitativa de los sondeos. En estos casos no se puede dar una profundidad correcta del zócalo sino ver si existe o no la capa de arenisca.

- en los otros casos, cuando hay continuidad lateral de la capa de arenisca, la capa conductiva de San Gregorio está incluida entre dos capas resistentes (arenisca de Tres Islas y el zócalo), lo que constituye un caso de equivalencia (cf.# 2).

El conocimiento de la profundidad del zócalo en un lugar, permite deducir la resistividad de la capa conductiva y seguir así la profundidad del zócalo en la zona, suponiendo que esta capa no cambia de resistividad, o cambia de una manera progresiva. Es lo que se hizo en el caso de La Divisa, donde una perforación que había encontrado el zócalo a 85 m permitió determinar la resistividad de la formación San Gregorio a 36Ωm (ver fig. GF 3).

Consideramos también que otro problema puede surgir cuando el Tres Islas ya es profundo: no se puede saber con certeza si la subida de la curva es debida a las areniscas del Tres Islas o al zócalo mismo, ya que tienen resistividades a veces vecinas.

4.5. CONCLUSIONES

Durante este Proyecto se puso en evidencia que los sondeos eléctricos constituyen una ayuda eficiente a la determinación del espesor de los sedimentos de la cuenca pérmica del Uruguay. Además la ejecución de sondeos en el campo presenta un entorno favorable: relieve suave, facilidad de acceso al campo, ausencia de vegetación, bajas resistencias de contacto.

Se recomienda seguir haciendo sondeos eléctricos con finalidad estructural, insistiendo en los siguientes puntos:

- hacer sondeos sobre cada afloramiento de formación (incluyendo el zócalo) observado por el geólogo;

- hacer sondeos de control sobre cada perforación realizada previamente en la zona, a fin de determinar la resistividad verdadera de las formaciones;

- utilizar sistemáticamente líneas de emisión grandes (AB/2 $\geqslant$ 1000m) cada vez que el problema lo justifique (zócalo profundo).

A fin de completar las informaciones proporcionadas por sondeos eléctricos y de mejorar la precisión sobre la determinación del zócalo, se podría utilizar conjuntamente el método de sísmica refracción (aparato con entradas múltiples, líneas chicas y largas, emisión por explosivos) o de gravimetría (densidad de puntos alta, nivelación de las estaciones, tratamiento informático), pero que resultarían de un costo más elevado que el sondeo eléctrico.

CUADRO III 4.1.

ESTADISTICA DE LOS TRABAJOS DE GEOFISICA

FECHA	DURACION (días)	CANTIDAD (SE)	ZONA
Feb. 82	9	15	Amarillo 1
	3	8	Magnolia 1
Mar.	5	14	Abrojal 1
	8	18	Centurión 1
Abr.	10	31	Magnolia 2
Jun.	11	23	Amarillo 2
Jul.	15	32	Amarillo 3
Ago.	18	38	Yerba Sola
	3	8	Divisa 1
	4	10	Divisa 2
Oct.	4	21	Pedrera
Nov.	17	21	Pedrera
Dic.	11	21	Corte Magnolia. Piedras 1
Ene. 83	11	24	Mercedes, Abrojal 2
			Corte Magnolia, Piedras 2
Feb.	7	15	Adelaida

.../

FECHA	DURACION (días)	CANTIDAD (SE)	ZONA
Abr. 83	13 ·	25	Corte Magnolia, Piedras 3
May.	6	6	Chimango, Alborada
Ago.	14	22	Chuy, Apretado, Taylor 13
Set.	9	3	Fraile Muerto
Oct.	14	25	Centurión-Noblía
Total	188 días	359 sondeos	

CUADRO III 4.2.

LISTA DE LOS INFORMES DE GEOFISICA

(Anexo G1 a 14)

Nº	FECHA	AUTOR	TITULO
1	09/82	J. Bernard	Estudio de la profundidad del zócalo por sondeos eléctricos en el paraje La Divisa (Cerro Largo)
	11/82	J. Perrin	La Divisa, estudio complementario
2	08/82	J. Perrin	Estudio del paleorrelieve del zócalo por sondeos eléctricos en la anomalía La Magnolia (Tacuarembó)
3	11/82	J. Perrin	Diagrafía de las perforaciones de prospección de uranio
4	11/82	J. Perrin	Síntesis de los trabajos de geofísica (sondeos eléctricos) realizados en la región de las anomalías de Yerba Sola (Cerro Largo)
5	12/82	J. Bernard	Informe de visita técnica de geofísica
6	02/83	J. Perrin	Utilización del espectrómetro Scintrex GAD 6 en autoportada
7	02/83	J. Perrin	Estudio del paleorrelieve del zócalo por sondeos eléctricos al nivel de la cuenca de Amarillo (Rivera)
8	02/83	J. Perrin	Estudio de la estructura del borde Este de la cuenca pérmica NE del Uruguay al Este de Melo

.../

Nº	FECHA	AUTOR	TITULO
9	02/83	H. Cicalese	Estudio de la profundidad del zócalo por sondeos eléctricos en la anomalía de La Mercedes (Tacuarembó)
10	06/83	H. Cicalese	Estudio de la profundida del zócalo por sondeos eléctricos en la anomalía Puntas de Abrojal (Rivera)
11	06/83	H. Cicalese	Informe de misión de geofísica. Chimango, Alborada (Tacuarembó, Rivera)
12	07/83	H. Cicalese	Estudio de la profundidad del zócalo por sondeos eléctricos en la zona de Adelaida (Rivera)
13	11/83	H. Cicalese	Corte geofísico con sondeos eléctricos entre La Magnolia y Paso de las Piedras (Tacuarembó)
14	11/83	J. Bernard	Estudio de la profundidad del zócalo por sondeos eléctricos entre Centurión y Noblía (Cerro Largo)

VALORES DE LA RESISTIVIDAD ELECTRICA DE LAS

FORMACIONES SEGUN LA ZONA

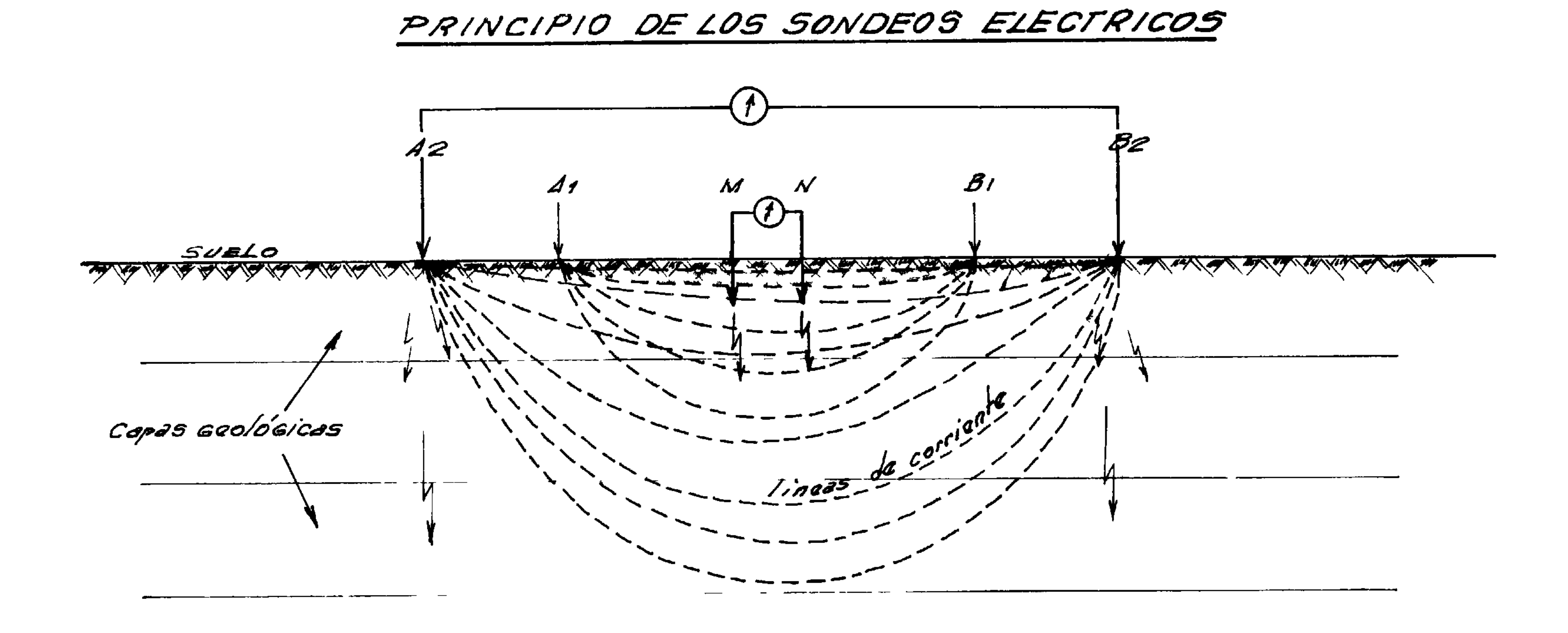
(en Ωm)

	FRAILE MUERTO	TRES ISLAS	SAN GREGORIO	ZOCALO	PROFUNDIDAD ZOCALO (m)
Amarillo	5-15	X	X	1000	10- 80
Adelaida	4- 8	X	X	?	200-300
Alborada	5-20	X	X	300	10-100
Abrojal	5-10	X	X	300	5-150
Mercedes	4- 8	X	X	500	20- 60
Chimango	X	X	15-60	1000	10- 30
Magnolia	X	100-150	30-50	200?-700	10- 80
Yerba Sola	X	300-1000	60-100	300-1000	10-200
Divisa	X	1500	40- 60	2000	10-150
Pedrera	6-10?	200-7000?	40- 80	300-1000	20-150
Centurión	5-15	1500-3000	50-300	5000	10-200

Los valores son deducidos de la interpetación de sondeos eléctricos.

Los límites de las capas geológicas no corresponden exactamente a los límites estratigráficos

PRINCIPIO DE LOS SONDEOS ELECTRICOS

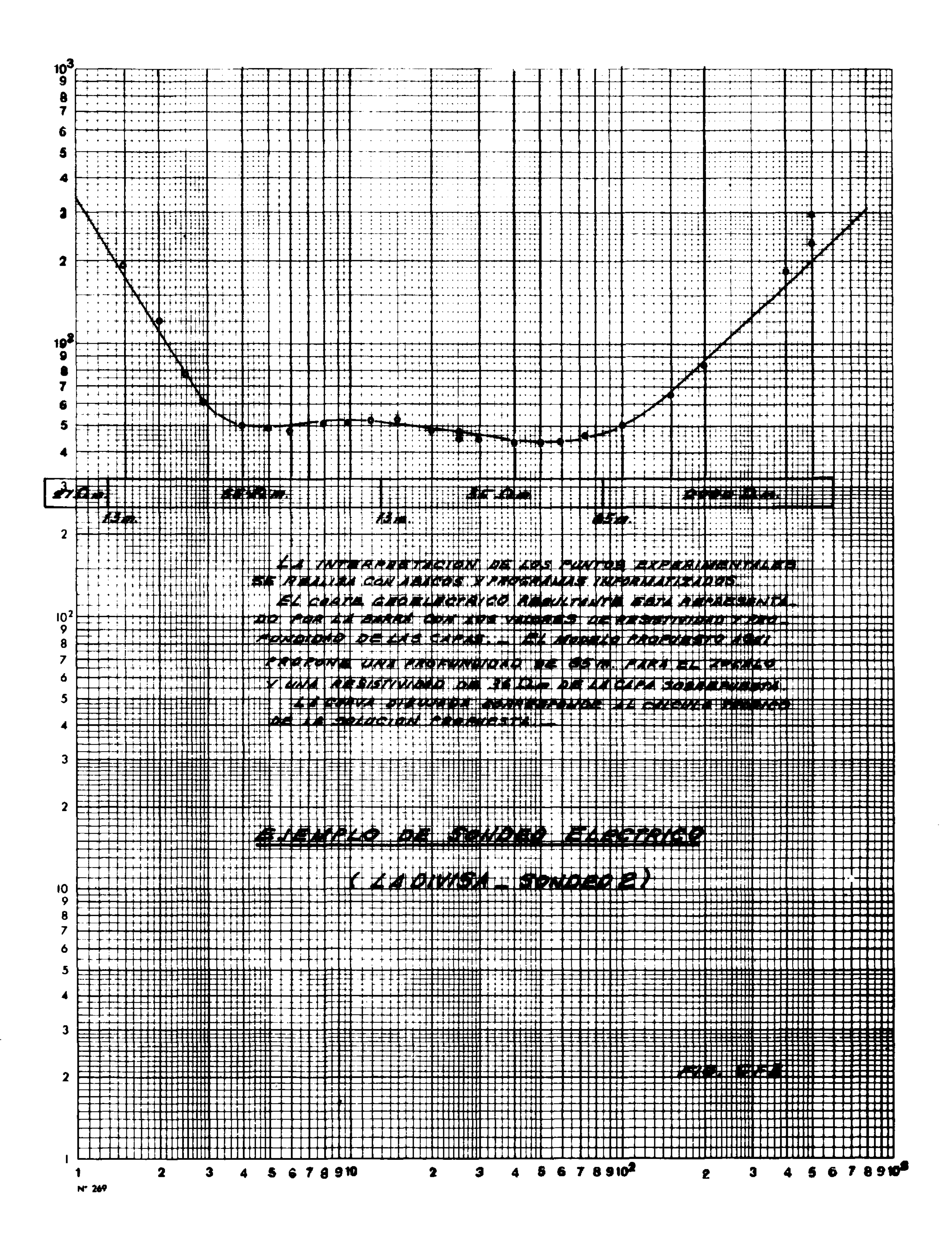


SE INYECTA LA CORRIENTE ELECTRICA POR LOS ELECTRODOS A y B.

SE MIDE ENTRE M y N, LA DIFERENCIA DE POTENCIAL PRODUCIDA POR LA CIRCULACION DE LA CORRIENTE EN EL SUBSUELO.—

A MAYOR DISTANCIA ENTRE A y B, MAS PROFUNDA LA INVESTIGACION.— EL DISPOSITIVO A2 B2, ENVIA LINEAS DE CORRIENTE MAS PROFUNDA QUE A1 B1.—

FIG. GF2



13 m.
13 m.
65 m.
36 Ωm
LA INTERPRETACION DE LOS PUNTOS EXPERIMENTALES SE REALIZA CON ABACOS Y PROGRAMAS INFORMATIZADOS.
EL CORTE GEOELECTRICO RESULTANTE ESTA REPRESENTADO POR LA BARRA CON LOS VALORES DE RESISTIVIDAD Y PROFUNDIDAD DE LAS CAPAS. – EL MODELO PROPUESTO ASI PROPONE UNA PROFUNDIDAD DE 65 M. PARA EL ZOCALO Y UNA RESISTIVIDAD DE 36 Ωm DE LA CAPA SOBREPUESTA.
LA CURVA DIBUJADA CORRESPONDE AL CALCULO TEORICO DE LA SOLUCION PROPUESTA. –
EJEMPLO DE SONDEO ELECTRICO
(LA DIVISA – SONDEO 2)
FIG.
Nº 269

5. ESTUDIOS DETALLADOS

5.1. DATOS GENERALES

5.1.1. Cuadro estadístico global de los sondeos

		TIPO DE ANOMALIA	CON TESTIGO		DESTRUCTIVO		TOTAL	
			Nº	Metraje	Nº	Metraje	Nº	Metraje
III 2 (YS)	Yerba Sola	Radim.	28	296,06	-	-	28	296,6
III 3 (MG)	La Magnolia	Radim.	7	417,73	78	1630,09	85	2047,82
III 4 (AM)	Pº Amarillo	Radim.y geoq.	8	418,40	22	506,88	30	925,28
III 4 (LP)	La Puente	Radim.	1	42,00	-	-	1	42
III 5 (CL)	La Mercedes	Geoq.	3	149,95	8	374,65	11	524,60
III 6 (PAB) (LC)	P.Abrojal Chircas	Geoq.	9	384,85	34	1004,20	43	1389,05
III 7 (LD)	La Divisa Apret. Chuy	Radim.	5	460,60	2	112,00	7	572,60
III 8 (FM)	Fraile Muerto (al 15/11/83)	Radim.	1	111	4	164	5	275
	TOTALES		62	2280,59	148	3791,82	210	6072,41

5.1.2. Análisis

PROSPECTO \ TIPO	URANIO			PLASMA		
	m	s		m	s	otros
Yerba Sola	24	173		6	32	-
Magnolia	1	38		1	13	-
Paso Amarillo	1	31		1	10	-
Puntas Abrojal	1	14		-	-	-
La Puente	3	-		3	-	-
Cerro Largo Sur	23	-		10	-	-
Aº del Soldado	72	-		5	-	-
Fotoplano Alborada (muestra de geoq.)	-	-		-		114
Varios	22	-		-	-	-
T O T A L E S	147	256		26	55	114
	403			195		

m = a mano
s = de sondeos
otros= de muestreo geoquímico estratégico

5.1.3. Material utilizado

a) Perforación

Máquinas pequeñas: 2 Minuteman con motor de 7 CV, perforando en diámetro E (35 mm) hasta 20 metros;

Máquinas medias: 1 Boyle, 1 Craelius, 2 Sondeq, de características comparables, con motor de 30 CV, perforando en diámetro A (50 mm) hasta 150 m.

Máquina grande: 1 Diakor con motor de 80 CV, perforando en diámetro A hasta 300 m.

b) Diagrafías

Dos perfiladores Mount Sopris: el 1000 C (más utilizado), de 300 m de alcance y el 2000 (600 m de alcance).

5.1.4. Planos de ubicación

PU 5: plano general de ubicación al 1.500.000

PU 6: plano de ubicación Yerba Sola

PU 7: " " La Magnolia

PU 8: " " Paso Amarillo

PU 9: " " La Mercedes, Puntas de Abrojal, Las Chircas, La Divisa, Fraile Muerto

5.1.5. Anexo

El anexo PF comprende:

- una lista de todos los sondeos con sus características
- una colección de los cortes de las perforaciones atestigadas.

5.1.6. Archivo

En el archivo DIA, se conservan las cintas de las diagrafías.

5.2. PROSPECTO YERBA SOLA

5.2.1. Cronología de los trabajos

- Anomalía descubierta en 1978 por radimetría aérea, denominada anomalía Nº 37, con coordenadas:

x = 632,8
y =6389,5

- Trabajos de campo:

- Mapeamiento geológico regional a escala 1:20.000 (ver plano PU10)

- Mapeamiento local a escala 1:5.000 (ver plano PU 12)

- Campaña de sondeos con dos máquinas Minuteman. Se perforaron y perfilaron 28 pozos totalizando 296 m.

- Análisis de muestras sacadas de anomalías en rocas aflorantes y en sondeos. Ver detalles en el anexo PF/YS.

5.2.2. Corte litológico

La figura PF 2 presenta el corte de la escarpa de Yerba Sola.
En la formación San Gregorio de base, la serie es bastante diversificada. El ambiente es claramente detrítico. Sin embargo, las areniscas y siltitos son a veces carbonatados y se conocen lentes de calizas beige.

Más arriba, con las areniscas Tres Islas y los pelitos grises de Fraile Muerto, se impone un tipo monótono de sedimentación.

YERBA SOLA

COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA

90

80

70

60

50

40 (m)

Siltitos arcillosos grises, estratificacion subparalela.
(potencía reconocida : 18 m.)

F 80

FRAILE MUERTO

Tres escarpas de areniscas finas a medias, amarillentas a veces feldespaticas; o conglomerádicas

F 30-50

TRES ISLAS

Areniscas finas o siltitos, amarillentas con estratificación paralela F. 80.

Siltitos masivos o con esbozo de estratificación, gris a rojizos, con nivel anómalo de 20 cm.
Autunita en las fracturas F.150

Arenisca fina carbonatada, gris o rojiza, con cantitos de cuarzo F 80.

Siltitos con cantos de granito y de areniscas F.150

Areniscas cuarzo - feldespaticas, masivas, tenaces, grises con manchas de oxidación F. 50

Conglomerado con matriz areniscosa F. 80

SAN GREGORIO

(F= fondo en radimetria SPP 2)

← nivel anómalo

FIG. PF 2

5.2.3. Datos

5.2.3.1. Muestreo y análisis

Los niveles radiactivos fueron muestreados a mano y en los sondeos:

- a mano, es decir en un punto aflorante con radimetría fuerte, lo que explica los altos valores logrados (24 muestras);

- en sondeos, es decir, en tramos de testigos de 20 cm, con buena recuperación. Así fueron individualizadas 173 muestras en 14 sondeos.

Los sondeos fueron ubicados de tal manera que cortasen con certeza el o los niveles anómalos aflorantes en los bordes de las escarpas.

El uranio fue determinado en todas las muestras. Además, se determinaron 23 elementos con espectrometría de emisión plasma en 38 muestras: 32 de sondeos y 6 de anomalía de mano.

5.2.3.2. Anomalías

En solamente 7 sondeos se destacan valores superiores a 20 ppm, y con 5 valores que pasan de 50 ppm. Estos son:

SONDEO	ESPESOR	TENORES (ppm U)	
		Intervalo	Promedio
2 W 50	2,0	26-110	42
2W 100	1,60	48- 94	58
2W 150	0,80	25- 72	48
2E 100	1,20	27- 63	45
9E 350	0,20	435	435

Unas muestras con anomalías de uranio fueron también analiza- zadas con "plasma". Los resultados más destacables son los siguientes: (cf. anexo AN 3).

MUESTRAS \ TENORES**	U	P_2O_5%	Y	Be	Sn	Ba	
(fondo)	2-5	0,1-0,2	15-20	2-3	5-10	200-300	
1. de mano							
17 E 2	1150	9,3	950	8	19	699	
10	1800	17,0	1950	9	35	453	
11	2100	16,1	1400	14	137	761	
12	2300	19,3	1200	13	0	751	
13	3000	18,9	440	13	0	944	
2. sondeos							
9,5 E 300-6,20m*	26	0,18	21	3	14	373	
9 E 350-5,60m	435	3,9	440	3	12	303	
2 W 100-3,85m	94	0,1	17	2	8	241	
2 W 50-4,50m	110	0,11	16	2	6	192	

* Muestra de 20 cm. Se indica la profundidad media

** Tenores en ppm, excepto P_2O_5 (%)

5.2.3.3. Comentarios

En las anomalías, el fósforo, el itrio, el berilio y a veces el bario acompañan al uranio.

Por otra parte, en unos cien análisis ejecutados con motivo de la puesta en vigor de un proyecto fosfata, se verificó que -con una sola excepción- los tenores en fosfatos superan su fondo geoquímico solamente cuando el uranio pasa de 110 ppm.

Los pocos valores anómalos encontrados en los sondeos demuestran que el tramo anómalo carece de continuidad. Se concentra el uranio en puntos aislados.

5.4.2. Conclusiones

De todo lo que precede, resulta que los niveles radiactivos de Yerba Sola carecen de interés económico: el tramo mineralizado es delgado (unos decímetros), la mineralización episódica, y además está vinculado con fosfato no explotable.

5.3. PROSPECTO LA MAGNOLIA

5.3.1. Cronología de los trabajos

5.3.1.1. Descubrimiento de la anomalía A

En enero del 82, comienza la prospección estratégica en el borde Sur de la Isla Cristalina.

Durante los trabajos de geología y radimetría operados a la vez del muestreo, se descubre una anomalía radimétrica en la Estancia La Magnolia, departamento de Tacuarembó (x = 552: y = 6478 aproximadamente

Dicha anomalía se encuentra en un banco de siltitos verdes de la formación San Gregorio y se caracteriza por los siguientes valores:

- 2000-4000 cps SPP2

200- 300 ppm equivalente uranio (EDA)

52 ppm de uranio móvil (análisis químico)

5.3.1.2. Revisión

Se hace simultáneamente un muestreo táctico (25 muestras/km2) y una malla radimétrica 50 x 100 m.

El muestreo no revela ningún tenor fuerte en los suelos sino una nueva anomalía radimétrica (B) con medidas comparables a las de la anomalía A.

5.3.1.3. Fase de exploración profunda

No siendo posible un estudio geológico por escasez de afloramientos, se decidió:

- un estudio geofísico (método de resistividades) en malla cuadrada de 300 metros, luego de pruebas. Area cubierta: aprox. 2 km2 (ver anexo GF 2).

- un estudio en malla apretada y sondeos cortos con una máquina Minuteman de las dos anomalías A y B:

En A, 16 sondeos totalizando 168 m, sobre una superficie de 2500 m2 (MS 21 a 30 y 41 a 46).

En B, 15 sondeos totalizando 221 m, sobre 1500 m2 (MS 51 a 65).

- Una serie de 7 sondeos geológicos hasta el basamento, en el área estudiada por geofísica. Los pozos rotulados MG 1 a 7, totalizan 417 m, con máquinas Bolyles y Sondeq de alcance medio.

5.3.1.4. Fase de delimitación

No se hallaron anomalías radimétricas en los sondeos geológicos (MG 1 a 7), ni en la malla A, sino solamente en la malla B.

Como consecuencia se decidió buscar las extensiones de la anomalía B con sondeos destructivos dispuestos en una malla larga y limitados, en profundidad, a la parte superior de la fangolita.

Se perforaron así 45 pozos, totalizando 1242 m en una superficie de aproximadamente 1,5 km2.

Primero se exploró la continuación de la anomalía B con dos "barreras" en malla de 25 x 50 m.

Se terminó el trabajo en malla de 200 x 200 m.

Al no encontrar anomalías significativas, se detuvo la exploración.

5.3.2. Datos geológicos

5.3.2.1 Corte litológico

La figura PF 31 enseña la columna de los sondeos MS 1, 3 y 6 y un corte pasando por estos pozos.

Aparte del basamento se pueden identificar tres unidades, de arriba hacia abajo:

Unidad 3: Sedimentos pelítico grises - Siltito,lutita y arenisca muy fina, micácea, estratificación ondulante, entrecruzada y lenticular, en bandas irregulares de pocos mm hasta decimétricas. Colores gris oscuro, gris claro y verdoso. Presenta niveles de caliza y nidos de pirita.

Unidad 2: Arenisca (5-15m) Arenisca muy fina y fina a media, predominantemente bien seleccionada, cuarzosa, micácea, cementada por arcilla, óxido de hierro y $CaCO_3$ conjuntamente o por separado, sedimentación tranquila. Colores amarillo, marrón y naranja, localmente gris verdoso. Por estudio de lámina delgada se constató que la carbonatación es secundaria.

Unidad 1: Consta de dos partes

1 b) : Parte superior: siltitos grises, verdes o morados, con evidencia de removilización. Localmente se intercalan finos niveles de calizas, lutitas, areniscas y conglomerados (0-20 m).

1 b) : Parte inferior: fangolita. Matriz silto-arenosa con cantos de MD 8 cm de neis, anfibolita, granito y cuarcita. Sin estratificación. Colores gris, verde, morado (20-50 m).

Basamento Cristalino - Rocas verdes orientadas, anfibolitas, neis, granito.

Geólogos del Proyecto visitaron Figueira en febrero de 1983. Exceptuando el carbón, la columna se parece mucho a la de Magnolia, con mineralizaciones situadas en el tope de la fangolita.

5.3.2.2. Datación

La Unidad 1 puede ser atribuida al San Gregorio (Carbonífero Superior) donde el facies descrito es muy común, y la Unidad 3 al Fraile Muerto (Pérmico Inferior).

La Unidad 2 podría corresponder al Tres Islas o ser meramente la base del Fraile Muerto.

El profesor Jorge da Silva efectuó un estudio de polen en unas muestras de los sondeos MG 1 y MG 5, el que sugiere una edad Pérmica Inferior y más concretamente los pisos Artinskiano y Kunguriano.

Aparentemente la litología se habría depositado coetáneamente con la formación San Gregorio y Fraile Muerto.

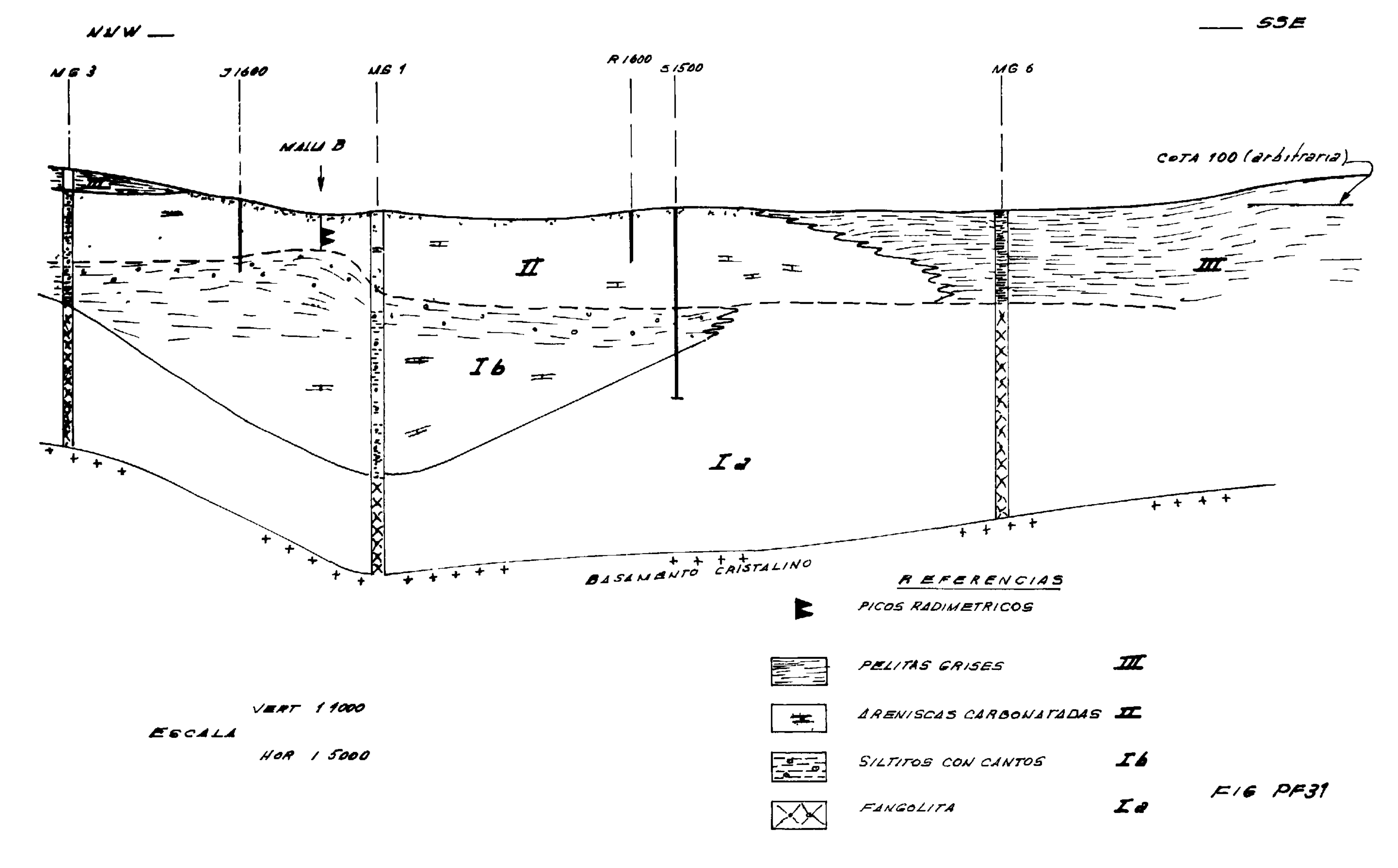
5.3.2.3. Dinámica de la cuenca

Según la geofísica, el basamento cristalino buza suavemente hacia el Sur. Lo cortan dos cauces: uno con rumbo al Oeste y el otro al Sureste.

La fangolita parece colmar parcialmente estos cauces: el tope de esta formación repite, con más suavidad, el paleo relieve.

LA MAGNOLIA

Corte N160° E por los sondeos



La unidad Ib parece resultar de la removilización de la fangolita: se jerarquiza el material fino, a veces en tramos macizos, a veces en estratos con figuras de turbulencia y "slumps", a veces con interdigitaciones de las areniscas sobreyacientes.

Posteriormente, una sedimentación tranquila homogeneiza el relieve.

5.3.3. Análisis químicos

5.3.3.1. Anomalías uraníferas

Los niveles mineralizados se encuentran en litologías finas del tope de la fangolita.

No hay mineral de uranio a la vista ni tampoco se evidencian con examen de rayos UV.

Se analizaron muestras de superficie con contenido de 52 ppm en la anomalía A (ya citada) y 28 ppm en la anomalía B. Con respecto al control espectrométrico, las muestras enseñan un fuerte desequilibrio en favor del radio.

No se encontraron anomalías significativas en los sondeos geológicos MG 1 a 7 ni en la malla de sondeos de la anomalía A.

Casi todos los sondeos de la malla B enseñan en sus perfiles picos radimétricos. Se analizaron los más fuertes en el caso de recuperación suficiente.

Exponemos a continuación una lista de las anomalías de la malla B.

SONDEO	TRAMO (m)	PICOS (cps)	U MOVIL ppm	OBSERVACIONES
MG-53	11.00-11.15		80	
recupera-ción 100%)	11.30		180	
	11.45	1600	920	
	11.60		330	
	11.75		107	
	11.90		129	
	12.05		825	
Promedio	11.30-12.05		330	
MG-58	5,50-7,00		44/143	2 tramos de 10 cm
	6,30-6,40		890	
	6,40-6,50		1180	
	6,50-6,60	3250	1900	
	9,30	1380		
Mal recuperado. Se analizaron 5 tramos de 10 cm entre 5,50 y 7 m. Se pudo recuperar un tramo de 30 cm, de 6,30 a 6,60 m con promedio de 1320 ppm. El pico de 9,30 m no se recuperó.				
MG-60	10.00-11,00		190/225	Se analizaron dos tramos de 10 cm entre 10 y 11 m
	10,20	1620		
MG-61	9,75-9,90	2250	520	
	9,90-10,10		720	
MG-63	10,60-10,80		280	
	10,80-11,00		360	
	11,00-11,25	1600	330	

5.3.3.2. Otras anomalías

Una muestra de mano y 13 muestras de sondeos fueron analizadas con espectrometría de emisión plasma (ver anexo AN 3).

Con las anomalías de uranio están ligados los siguientes valores:

METAL	INTERVALOS (ppm)		POZOS
	FONDO	VALORES ALTOS	
Zinc	20-40	72-124	53 y 63
Cobre	10-20	75	58 (a 6,40 m)
Molibdeno	2-5	46-74	53 y 63
Plata	0,1	0,6-0,8	53 y 58

Se nota cierta tendencia anómala del zinc, molibdeno y de la plata.

Cabe recordar aquí que el mineral de Figueira lleva con uranio cinco elementos anóamlos: Zn, As, Mo, V, Cu. La correlación que tratamos de establecer entre este yacimiento y La Magnolia logra acá otra confirmación.

5.3.3.3. Correlaciones

Aunque 14 muestras no constituyan una población muy representativa, se procesaron los datos con matriz de correlación de 15 elementos (ver archivo PRS).

El uranio enseña:

- correlación positiva con Cu y Pb (fuerte), Ba (media), Be (leve);

- correlación negativa fuerte con P, V, Cr, Ni, Zn, Fe.

En la matriz, no se incluyó el molibdeno.

5.3.4. Conclusiones

En La Magnolia, existe un fenómeno "mineralizante" subrayado por las anomalías uraníferas, sus acompañantes metálicos sobre todo el molibdeno y su correlación negativa con el fósforo.

La columna litológica se parece mucho a la del yacimiento de Figueira en Brasil. Hace falta el carbón, pero éste se encuentra a algunos kilómetros al Este, en el prospecto "La Mercedes".

En los sondeos anómalos, se nota una removilización del material fino de la fangolita con figuras sedimentarias indicando un ambiente de talud (derrumbes, slumps, etc.) con la cual sería vinculada la mineralización.

Los bancos correspondientes a estos facies parecen haber sido erosionados en su mayor parte por la transgresión Fraile Muerto.

Aunque no se encontrara aquí una concentración mineral importante, se tomarán en cuenta las enseñanzas de la exploración para orientar los trabajos futuros.

Se propondrá, en efecto, buscar el tope de la tillita en estado de buena conservación en la cuenca pérmica, o sea repeticiones a gran escala de las condiciones halladas en La Magnolia.

5.4. PROSPECTO PASO AMARILLO

5.4.1. Cronología

Descubrimiento de una anomalía radimétrica por el grupo de geoquímica; luego, de unos tenores altos en uranio en los suelos, en la cuenquita gondwánica de Paso Amarillo (Dpto. Rivera).

En roca, se encontró una arenisca fina a media, rojiza, con valores radimétricos de 2000 cps (SPP2) y contenido de 330 ppm de uranio.

En geoquímica de suelos se destacan dos valores con 29 y 11 ppm, o sea 20 a 50 veces el fondo.

Se designa como anomalía Nº 1 (enero 82).

5.4.1.2. Prospección detallada

-Muestreo de suelos en malla 100 x 100 alrededor de la anomalía 1.

- Sondeos eléctricos en malla cuadrada de 400 m y radimetría según la malla.

- Al descubrir una nueva anomalía radimétrica (anomalía 2 o PU 24 CA), muestreo de suelos en malla 100 x 100 (junio 82).

5.4.1.3. Fase de exploración profunda

Perforación hasta el basamento y perfilaje de 10 pozos (Am 1 a 8, 301 y 302) totalizando 535 m.

Evaluación de là anomalía 1, con 10 sondeos totalizando 247 m, y de la anomalía 2 (10 sondeos, 142 m).

5.4.2. Datos

5.4.2.1. Forma de la cuenca
(ver anexo GF 7)

La cuenca sedimentaria de Paso Amarillo está situada en el macizo de la Isla Cristalina.

El basamento consta de migmatitas orientadas N 100° E y unos batolitos de granito.

La cuenca se alarga según dicha dirección, subrayada por la falla Sur.

Sus medidas son: 8 km de largo por 1 a 4 de ancho. El arroyo Carpintería la corta en el sentido Norte-Sur.

Los trabajos de geofísica y los sondeos demostraron la existencia de un surco profundo al borde Sur, cerca de la falla. El fondo sube suavemente hacia el Norte y bruscamente hacia el Sur.

La geofísica enseñó un contacto fallado probable en el borde Este. Por el contrario, los contactos Norte y Oeste no son fallados.

5.4.2.2. Litología
(cf. figura PF 4.1.)

Los afloramientos de terrenos sedimentarios son escasos y muy alterados. Todos los datos disponibles proceden de los sondeos.

La sedimentación, de tipo silto-pelítico, es monótona.

Se pueden distinguir 3 facies:

- El facies 1, el más corriente consta de lechos siltosos gris claro, a veces carbonatados alternando con bancos pelíticos oscuros, a veces piritosos, con un buen porcentaje de materia orgánica.

El espesor de los bancos varía del milímetro hasta unos decímetros.

En el primer caso,el observador tiene la impresión de varvitas.

La estratificación es plana u ondulante.

En los siltitos se observan unos tramos oblicuos de unos centímetros de espesor.

Los minerales accesorios son micas blancas finitas muy abundantes y clorita.

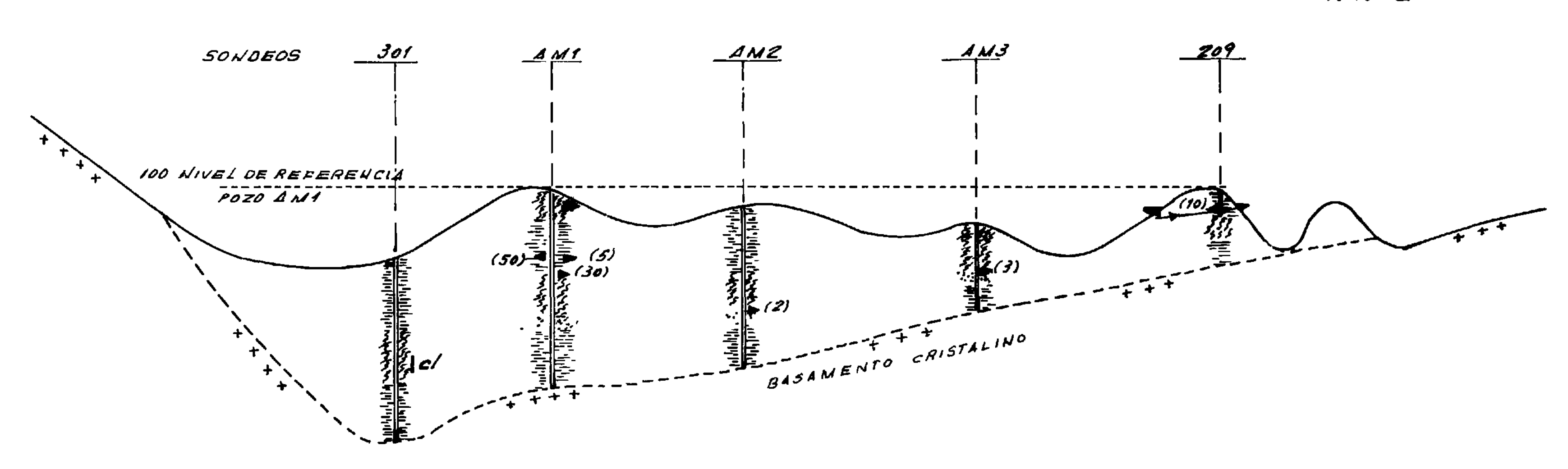
El color de los siltitos puede pasar a rojo o amarillo, debido a óxidos de hierro.

Véase el sondeo AM7 donde todos los bancos siltosos tienen ese color.

El facies que acaba de describirse corresponde a las dos terceras partes de los espesores.



N 15° E

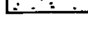


PASO AMARILLO
corte

REFERENCIAS


PELITAS Y SILTITAS CARBONATADAS CON ESTRATIFICACION PARALELA

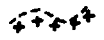

PELITAS Y SILTITAS CARBONATADAS CON ESTRATIFICACION TURBULENTA

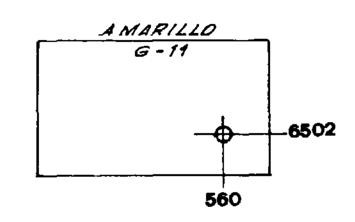

ARENISCAS FINAS


ANOMALIA RADIMETRICA

(5) VALOR 5 VECES EL FONDO (radimetría)


PRESENCIA DE CLORITA DETRITICA

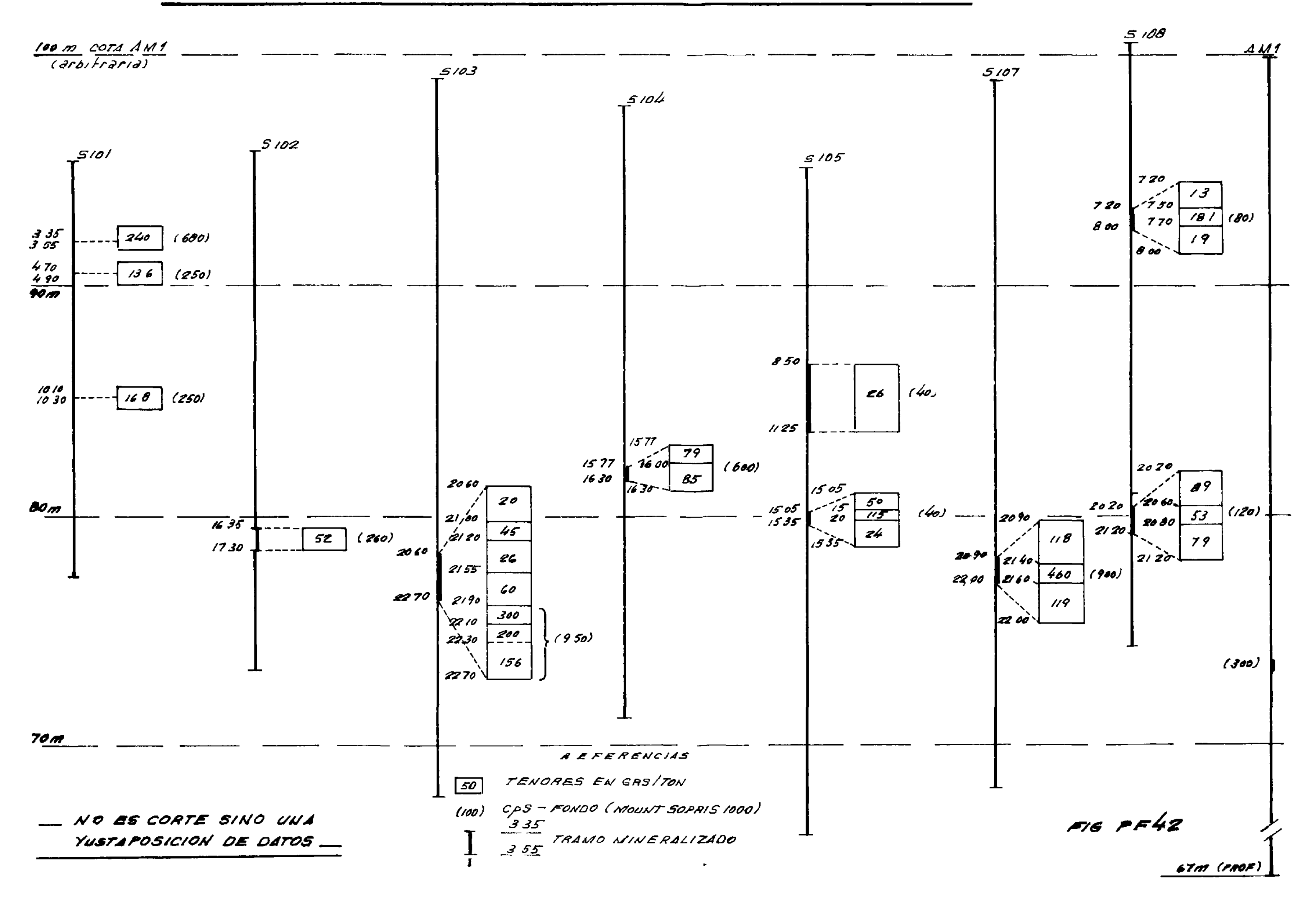

BASAMENTO



ESCALA
VERT. 1 2000
HOR. 1:20 000

FIG. PF41

AMARILLO – ANOMALIA 1 – ANALISIS DE TESTIGOS EN URANIO MOVIL



- El facies 2 corresponde a la tercera parte del metraje de los pozos. Consta de una pelita masiva, oscura con tonos gris a rojizo, sin estratificación en general. Unos tramitos de siltita, con espesor centimétrico, subrayan turbulencias episódicas.
Por esta razón se nota en la figura PF 4.1., como "sedimentación turbulenta".

- El facies 3, de escasa ocurrencia, aparece en los pozos más hondos, con areniscas finas a medias, claras, con espesor de unos decímetros.

5.4.2.3. Datación

En observación macroscópica, el corte de Paso Amarillo se parece al de la formación Fraile Muerto. En geofísica, las resistividades encontradas, del orden de 10Ω m, confirman esta manera de ver.

Jorge da Silva, en sus estudios de polen del pozo AM5, llegó a la conclusión de una edad Artinskiano superior-Kunguriano inferior. Según la columna propuesta por Daemon y Quadros, corresponde al San Gregorio superior.

5.4.2.4. Dinámica de la cuenca

Los facies descritos más arriba representan ambientes tranquilos o con movimientos suaves, con algo de turbulencia en el facies 2, que podría corresponder a tirones en las fallas del borde.

La escasez de arcillitas indica la ausencia de suelos evolucionados tierra adentro.

Estos rasgos corresponderían bastante bien a un paisaje de ambiente glacial o post-glacial: rocas desnudas por los glaciares, peneplanización y, por ende, dinámica débil de las corrientes.

5.4.3. Mineralizaciones

5.4.3.1. Anomalías uraníferas

En la figura PF 4.2. están representados todos los tramos anómalos de la anomalía 1 de los cuales se lograron testigos suficientes (más de 80% de recuperación).

Las anomalías más destacadas se recuperaron bien.

El nivel muestreado en superficie aparece en el pozo 101, de 3,35 a 3,55 m. Además de su ley de 240 gr/t de uranio, tiene 8,2% de P_2O_5.

Otro nivel aparece en la cota + 78, con unos decímetros con más de 100 gr/ton. La ley más alta se logró en el pozo 107, con 460 gr/ton.

En la anomalía 2, solamente se pudieron sacar testigos correctos del pozo 209, no pasando los tenores de 62 gr/ton.

5.4.3.2. Otras anomalías

Se analizaron con espectrometría de plasma, 11 muestras de la zona con anomalías uraníferas. Se destacan los siguientes valores:

	TRAMO	P_2O_5%	Zn ppm	Cu ppm	U
Fondo		0,1	60	15	
Sondeo 101	3,35-3,55	8,2			240
Sondeo 105	15,15-15,20	7,2	192		115
Sondeo 107	20,90-21,40	0,12		140	118
Sondeo 107	21,40-21,60	0,11	162		460
Mues.24 AA 3425	Afloramiento	5,7			330

5.4.4. Conclusiones

El uranio existe en dos o tres niveles en la cuenca de Amarillo, pero en capas delgadas (20 cm), leyes débiles y a veces con el inconveniente de estar ligado el nivel superior a fosfatos no explotables.

5.5. PROSPECTO LA MERCEDES

5.5.1. Cronología

- Por geoquímica estratégica, se halló un grupo de valores altos alrededor del punto de coordenadas:

x = 563 y = 6481

Ver anexo GQE A1

- Confirmación con muestras tácticas (48 muestras, 1,7 km2, densidad 28), con un grupo de valores con máximo de 46 ppm.

- Ninguna anomalía radimétrica: el relieve es suave con unas lomitas de 15 metros de desnivel, todas cubiertas con pasto.

Ver anexo GF, informe 9

Se marcaron una serie de pozos en las cuchillas de tal manera que atraviesen todas las capas.

Se perforaron once (524,60 m en total): tres con testigos (150 m): CL 1, 15, 16; ocho en destructivo (374,60 m): CL 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11. Del 15 de febrero al 15 de marzo de 1983.

5.5.2. Datos geológicos

5.5.2.1. Paleorrelieves

El zócalo cristalino, que aflora a 2 km al Norte del prospecto, buza suavemente hacia el Sur. Un paleovalle se abre hacia el Suroeste

5.5.2.2. Litología

El sondeo CL 1 presenta el corte simplificado siguiente:

hasta 48,30 m	Siltitos arcillosos negros (Fraile Muerto)
de 48,30 a 52,00 m	Areniscas finas y calizas claras (F. Muerto)
de 52,00 a 74,80 m	Diamictitas y siltitos rosados (San Gregorio)
a los 74,80 m	Basamento cristalino

5.5.3. Mineralizaciones

En uranio, no se destacó ninguna anomalía.
Cabe señalar una capita (10 cm) de carbón en el tope de la diamictita, sondeo CL 15.

5.5.4. Conclusiones

Ver III. 5.6.4.

5.6. PROSPECTO PUNTAS DE ABROJAL, LAS CHIRCAS

5.6.1. Cronología de los trabajos

- En geoquímica estratégica, se encuentra un grupo con valores altos, de los cuales uno posee 131 ppm de uranio (con un fondo de 0,5 a 1 ppm).

Ver GQE A 75

- En revisión semitáctica (8 muestras/km2) y táctica (20-30 muestras), se revisan tres focos de anomalías denominadas B, C y F. Se encuentran varios valores con 25-35 ppm.

En Puntas de Abrojal no se destacan anomalías radimétricas. No es de extrañarse, dada la suavidad del relieve y del espesor de los suelos.

En Las Chircas, en las areniscas ferrificadas del tope de la tilita, se sacó una muestra con 300 cps SPP2 y 11,5 ppm de uranio.

Ver GQR a 1/2/4/5/8.

En geofísica se hizo una campaña de sondeos eléctricos en malla cuadrada de 400 m.

Los pozos fueron perforados en las lomas dominando las anomalías.

En Puntas de Abrojal se perforaron 39 pozos en 3 etapas:

- primero ,un sondeo con testigos para alcanzar el basamento (N 10 hasta 110 m; después del desmoronamiento del N10, se testigó el N12 de 100 a 165 m);

- luego, 20 sondeos destinados a recortar los niveles anómalos supuestos (serie A 20 a QR 9).

- por último, a pedido del Dr. Wilhelm, 17 sondeos cortos (20 m aprox.) en malla apretada (serie PAB 71 a 97).

En Las Chircas, se perforaron los pozos LC 2/4/6/7.
En total, se perforaron 1341,55m en Puntas de Abrojal y 57,80 m en Las Chircas.

5.6.2. Datos geológicos

5.6.2.1. Paleorrelieve

Existen por lo menos dos cuencas o surcos: la de Las Chircas y otra, cuyo fondo coincide más o menos con el punto N 10.

En Las Chircas, la geofísica dio una profundidad del zócalo de 70 m.

En N 10, la geofísica indicó 165 m y el sondeo N 12 alcanzó el basamento en 159 m.
Hacia el Oeste, se debe postular una falla entre el N 12 y el A 20 (ver fig. PF 6).

5.6.2.2. Litología

En el sondeo N 12, se reconocen las unidades litológicas ya encontradas en La Magnolia y en La Mercedes. DE arriba hacia abajo:

- siltitos claros y lutitas negras, alternando en tramos milimétricos a centimétricos (126 m de potencia, formación Fraile Muerto).

- areniscas y calizas claras (20 m): base Fraile Muerto o equivalencia Tres Islas;

- diamictita (24 m) de San Gregorio;

- basamento cristalino (cota + 6 m)

El pozo A 20 repite, en condensado, la serie del sondeo N 12.

El final del pozo 301 de Paso Amarillo se parece al tramo del N 12 situado al tope de la diamictita.

En ambos, empieza el Fraile Muerto con calizas y areniscas claras, seguidas por alternancias de siltitos y lutitas abigarradas, lo que permite fechar con buena seguridad del Fraile Muerto, los terrenos de Paso Amarillo.

5.6.2.3. Estudio geoquímico

En el fotoplano Alborada, se tomaron 594 muestras estratégicas en 188 km2, con análisis de uranio en todas.

Las anomalías de Puntas de Abrojal pertenecen a este conjunto.

En octubre de 1983, se analizaron con plasma:

- una de cada seis muestras del muestreo estratégico, o sea 102 muestras, operación llamada "muestreo semialeatorio";

- los 12 valores superando 6 ppm de U alrededor de Puntas de Abrojal;

Los valores fueron estudiados con matriz de correlación de 14 elementos. Los resultados son los siguientes:

- muestreo semialeatorio: el uranio tiene un coeficiente de variación anómalo (1,1 para U; menos de 0,5 para los demás) y correlación negativa con los 13 elementos, siendo las más fuertes con V, Cr, Ni y Fe;

- anomalías: hay correlación positiva con Be y P (0,63 y 0,28 respectivamente), negativa con los demás (máxima con Pb).

5.6.3. Mineralizaciones

En la lista de pozos perforados, se nota la ausencia de anomalías fuertes en los pozos.

Los únicos picos, aunque livianos, se encuentran en los sondeos A 20, B 19, B 20 y C 20, con valores de aproximadamente tres veces el fondo.

El tramo anómalo está situado a la base del Fraile Muerto. El valor más fuerte asciende a 11,2 ppm de uranio.

5.6.4. Conclusiones

La formación Fraile Muerto parece estéril en la zona de Puntas de Abrojal.

Existe algo de uranio en el tope de la fangolitade San Gregorio o la base del Fraile Muerto.

Según se conoce luego de los trabajos en Cerro Largo Sur y La Magnolia, las anomalías puntuales pueden alcanzar valores fuertes. El caso parece producirse en Puntas de Abrojal.

Las mismas conclusiones pueden aplicarse a las anomalías de La Mercedes.

W

CORTE N105°E ENTRE LOS POZOS A20 Y N12

A 20
COTA: 159.60 m.

C20

SONDEO ELECTRICO

N12
COTA: 166.90 m.

SILTITOS Y ARENISCAS INTERC.
LUTITAS NEGRAS
CARBON
CALIZA Y ARENISCA
DIAMICTITA
PT. [illegible]

SILTITO
ARENISCAS FINAS
SILTITOS Y LUTITAS INTERC.
LUTITAS NEGRAS
CALIZA
ARENISCA
DIAMICTITA
PT_ 165.15

140 m (eléctrico)

BASAMENTO CRISTALINO

170, 160, 150, 140, 130, 120, 110, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 0

ESCALA:
HORIZONTAL: 1:10.000
VERTICAL: 1:1000

FIG. PF6

5.7. LA DIVISA, EL APRETADO, EL CHUY

5.7.1. Cronología de los trabajos

5.7.1.1. Trabajos anteriores

En 1968-69, dos anomalías del permo-carbonífero de Cerro Largo Sur, fueron estudiadas para la UTE (Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas), por los Ingenieros Scaron y Garau. (Ver trabajos antecedentes en II 4.7.).

En La Divisa, los pozos estudiaron el rincón SE del paraje, habiendo sido sacadas anomalías uraníferas más tarde confirmadas por las diagrafías de Taylor (sondeo 6).

Nuestro propósito inicial fue extender el estudio al resto de la cuenca de La Divisa para evaluar su potencial uranífero y a otros dos lugares de interés potencial: la cuenca del Apretado (tal vez melliza de La Divisa) y el bañado del Chuy.

5.7.1.2. Trabajos del Proyecto

- Geofísica: campaña de sondeos eléctricos (ver anexo GF informes 1 y 1 bis);

- Sondeos: en La Divisa, se hicieron 5 sondeos: (DV 2/5/8/10/13), totalizando 539 m.
En El Apretado, un sondeo (APRT 1), de 70,40 m.
En El Chuy, un sondeo (CHUY 1) de 188 m.

5.7.2. Dàtos gelógicos

5.7.2.1. Paleorrelieve

La geofísica y los sondeos enseñaron en La Divisa la presencia de un surco estrecho (500 m de ancho) contra el basamento.

5.7.2.2. Corte litológico
(fig. PF 7)

Las escarpàs de las areniscas Tres Islas dominan las cuencas de La Divisa y del Apretado.

Las formaciones atravesadas por los sondeos pertenecen a la formación San Gregorio.

Comprende de arriba hacia abajo:

- unas arenitas finas, grises, micáceas y lutitas negras con pasajes calcáreos (30 m).

- unas varvitas, sucesión de lechos milimétricos de material, fino, alternativamente claros y oscuros (5-25 m);

- unas areniscas finas blancas, calcáreas (30-40 m);

- una diamictita, conservada en el surco (10-15 m), reducida a un metro en El Apretado y no existente en el DV 8.

5.7.3. Anomalías

La anomalía más significativa se presenta en el pozo DV 10 situado a unos 50 m del pozo 6 de la UTE. Se destaca en la diagrafía pico 480 cps con potencia de unos 50 cms. Se sitúa en las areniscas finas del tope de la diamictita.

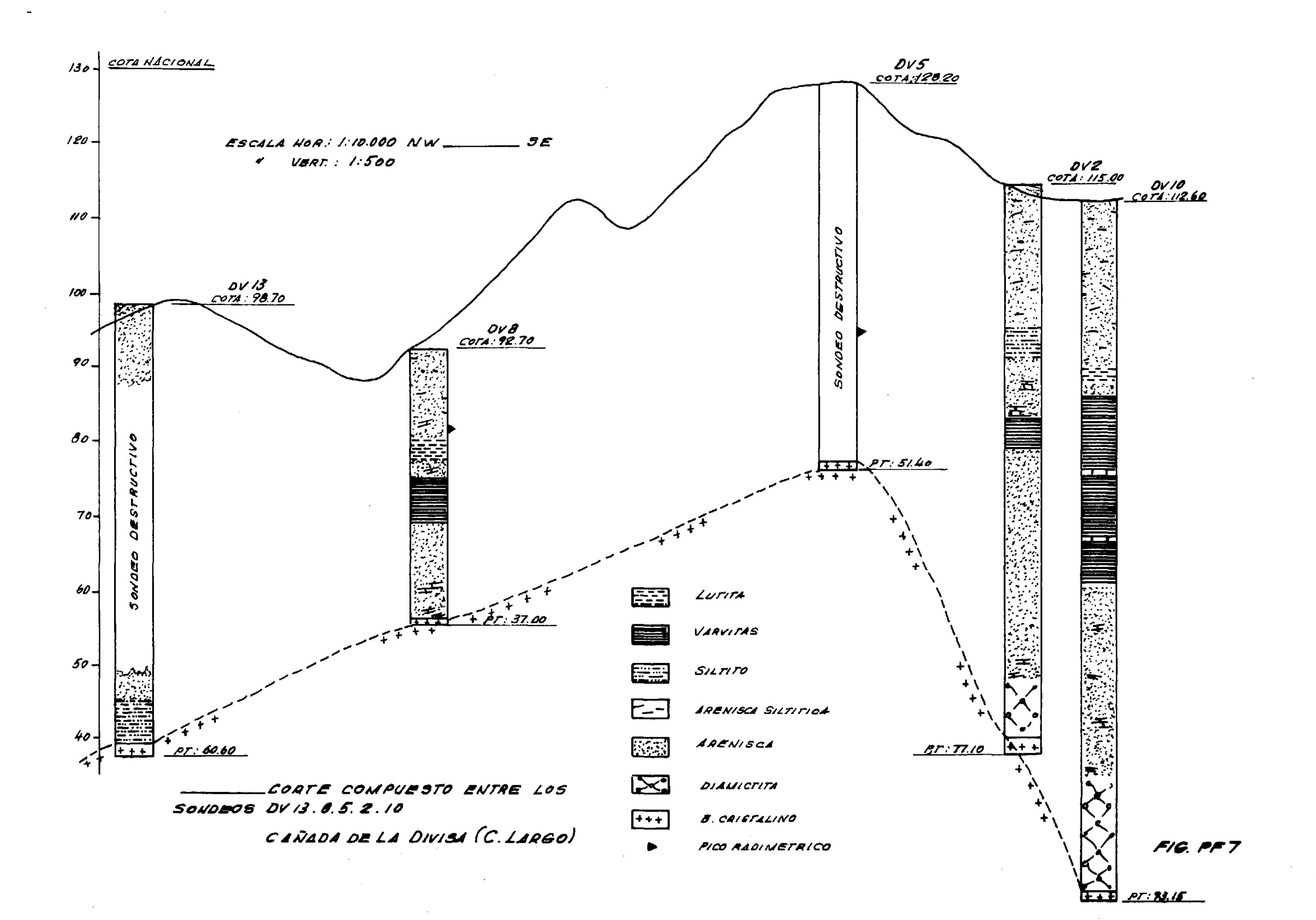
Otro pico de 20 cm de amplitud, con 350 cps, aparece en el sondeo destructivo DV 5, también a proximidad del techo de la diamictita.

Esta fue en su totalidad o en parte probablemente erosionada en los ambientes abiertos hacia el centro de la cuenca, o sea en los sondeos DV 8, 13, APRT 1, Chuy 1.

5.7.4. Conclusiones

En el surco Sureste de la cuenca de La Divisa, las eventuales anomalías del tope de la tilita han sido protegidas de la destrucción. Este hecho se verifica en los sondeos DV 5 y 10 y el sondeo 6 de la UTE.

En los demás sondeos de UTE, no se encontraron valores fuertes.



CORTE COMPUESTO ENTRE LOS SONDEOS DV 13. 8. 5. 2. 10

CAÑADA DE LA DIVISA (C. LARGO)

FIG. PF 7

Los picos más altos se pueden comparar con los de los pozos DV 5 y 10.

Luego se puede afirmar aquí que el prospecto de La Divisa no contiene leyes o tonelajes como para justificar una pesquisa más detallada.

5.8. FRAILE MUERTO

Con fecha 15.11.83, se prosiguen los trabajos, los cuales serán analizados en un informe ulterior.

6. GEOLOGIA DEL URANIO EN LA CUENCA GONDWANICA

6.1. TRABAJOS REALIZADOS

Esta parte del informe toma en cuenta los trabajos del grupo en las formaciones sedimentarias post-devónicas de la cuenca gondwánica del NE, desde la formación San Gregorio hasta la formación Yaguarí.

Los datos disponibles proceden de cuatro fuentes:

6.1.1. Los levantamientos geológicos de superficie, radimetría y campaña de sondeos en Cerro Largo Sur; trabajos anteriores a 1981.

6.1.2. Los cortes y mapeamientos de superficie del Proyecto Uranio; de octubre de 1981 a mayo de 1982.

6.1.3. Los cortes y mapeamientos posteriores a mayo de 1982.

6.1.4. Los sondeos en Cerro Largo Sur y el borde Sur de la Isla Cristalina.

Los trabajos rotulados 1 y 2 fueron revisados y sintetizados con la supervisión del Dr. L'Homer en ocasión de su visita a la Misión en abril y mayo de 1982 (ver su informe en anexo GEO 1).

Reintegramos aquí, en forma sintética, los comentarios y conclusiones del informe L'Homer.

Agregamos nuestras observaciones posteriores en cada prospecto estudiado, las cuales ya fueron presentadas en los capítulos anteriores de este informe.

6.2. SEDIMENTACION EN LA CUENCA DEL NORESTE

6.2.1. Cerro Largo Sur

Se pueden distinguir dos ambientes distintos según se observe la sedimentación en los paleovalles de basamento joven o en el borde actual de la cuenca (ver planos PU 10 y 11).

6.2.1.1. En los paleovalles

El corte tipo es proporcionado por el sondeo 4 de la campaña de Cerro Largo Sur, el cual corroboró los datos de superficie.

La columna litológica consta de tres unidades, de arriba hacia abajo:

- unidad de colmatación: pelitas finas en sedimentación rítmica (varvitas), limolitas negras (ocre en superficie);

- unidad de transición: areniscas finas a medias, oscuras, masivas o con sedimentación turbulenta; rítmitas (10-20 m);

- unidad de base: conglomerado de matriz arcósica, de color rojizo, comúnmente denominado "diamictita" y teniendo a menudo los rasgos de una tillita (20-40 m).

Las tres unidades son separadas por bancos de siltitos carbonatados. El conjunto se atribuye a la formación San Gregorio.

Se observan anomalías radiactivas en dos niveles:

- en limolitas y areniscas finas de la base de la unidad de transición, con valores de 200 a 400 ppm en un tramo de dos metros;

- en limolitas de la unidad de colmatación;

En el nivel superior, los valores altos en uranio están vinculados a fosfato, itrio, berilio y bario.

En el nivel inferior, el uranio podría estar ligado al molibdeno (se realizaron pocos análisis, por eso hablamos en condicional).

6.2.1.2. En el borde actual de la cuenca

La columna consta de cuatro unidades:

d) areniscas finas, siltitos y limolitas grises con niveles calcáreos, estratificación subparalela;

c) areniscas finas a medias, bien seleccionadas, blancas o rojizas, estratificación masiva, a veces entrecruzada: niveles de gravilla o cantos (30-60 m);

b) ritmitos de sedimentación finos, limolitas, areniscas finas bien seleccionadas; niveles carbonatados (10-20m);

a) diamictita, arenisca media a fina, niveles o lentes carbonatados (10-30 m).

a) y b) se atribuyen al San Gregorio; c) a Tres Islas y d) a Fraile Muerto.

Las anomalías están situadas en la unidad b (ver corte PF2 en el párrafo III 5.2.).

Las formaciones buzan suavemente (1 a 2 grados) hacia el N.

Nunca se pudo evidenciar efectos tectónicos de relieve (fallas, flexuras, etc.).

Las perforaciones programadas entre la ciudad de Fraile Muerto y el borde Sur de la cuenca permitirán comprobar en profundidad la presencia de los niveles anómalos.

En superficie éstos aparecen en dos litologías :

- siltitos amarillentos (tipo Yerba Sola)

- areniscas claras (ciudad de Fraile Muerto). Se analizaron unas muestras aisladas tomadas en anomalías radimétricas. Al no pasar de 92 ppm los tenores en uranio, no aparece anomalía fosfatada.
Pero varias muestras, no todas, tienen molibdeno.

6.2.2. Sector de La Divisa
(ver corte PF 7 en el # III 57)

La superficie de la cuenca de La Divisa está constituida por el tope de la unidad b) del San Gregorio.

Por encima, afloran en escarpas, areniscas finas a medias, bien seleccionadas, sin radiactividad, atribuibles a la formación Tres Islas (unidad c).

La geofísica y los sondeos han demostrado la existencia de un surco pegado al borde del basamento aflorante.
En el surco, se conservó bastante bien la fangolita con espesores de 9 m en el sondeo DV 2 y 16 metros en el DV 10.

Cuenca abajo, se reduce la unidad a espesores simbólicos (DV 8, sondeos del Apretado y del Chuy).

La unidad b) está bien representada por siltitos negros piritosos, varvitas, y areniscas finas calcáreas.

La anomalía más destacada se encontró en el DV 10, en la base de la unidad b). Se correlaciona probablemente con la anomalía mayor del sondeo 6 de UTE.

6.2.3. Borde oeste del basamento joven

Desde La Divisa hasta la frontera con Brasil, el contacto del sedimentario con el cristalino es tectónico, como lo demuestran los cortes geológicos y de sondeos eléctricos en la zona de Noblía-Centurión.

Según el corte I J del plano PU 15, las areniscas del San Gregorio-Tres Islas, a veces aflorantes en el contacto, son rechazadas a profundidades que sobrepasan los 200 metros.

El hecho fue confirmado por la última campaña de geofísica, llevada a cabo a comienzos de noviembre de 1983.

Además, parece aislarse un surco estrecho, paralelo al contacto y limitado al Oeste por la supuesta continuación de la falla de La Azotea.

Este es un marcador de relieve en el vecino país (ver plano 14) donde deslinda dos ambientes:

al Oeste de la falla, se encuentran indicios y yacimientos de carbón, sin anomalías uraníferas;

al Este se reducen las columnas litológicas, con escaso carbón y anomalías radiactivas actualmente estudiadas por Nuclebras.

Sin embargo, con la excepción de la subcuenca de Centurión, no se sabe si las estructuras brasileñas penetran en el Uruguay. En tal caso, estarían tapadas por las capas de las formaciones Yaguarí o Pelítico grises.

6.2.4. Borde Norte del basamento viejo

La formación Tres Islas desaparece al Oeste del lugar homónimo. Más allá la formación San Gregorio, compuesta de fangolitas, conglomerados, tillitas y siltitos, asoma un afloramiento muy extenso, correspondiendo probablemente a espesores de más de 100 metros.

Esta zona no se estudió en detalle. Se realizaron algunos recorridos de radimetría autoportada, un muestreo geoquímico estratégico y un perfil eléctrico, de un largo de 55 km; desde Paso de las Piedras hasta La Magnolia.

Se consultarán el plano PU 2 y los anexos GQEA (fotoplano Paso Pereira y Arroyo de Clara) y GF 13.

En Paso de las Piedras, se perforaron unos pozos durante la Misión Taylor, con poco resultado. El corte eléctrico tuvo como objeto iniciar el trabajo detallado que se recomendará en las conclusiones

6.2.5. Borde Sur de la Isla Cristalina

Los afloramientos del San Gregorio son escasos y limitados a una franja que no sobrepasa 1 km de ancho, a lo largo del zócalo.

6.2.5.1. La Magnolia

Las anomalías uraníferas de superficie y de los sondeos de la malla B, aparecen en los últimos niveles de los siltitos verdes y morados que terminan la unidad fangolítica, justo por debajo de las areniscas finas de la base del Fraile Muerto.

En todos los sondeos geológicos. se observa cierto espesor de fangolita (35 a 60 m), excepto en el sondeo MG2, muy reducido.

Los siltitos verdes y morados se asoman solo en los sondeos 1 y 3, los más cercanos a las anomalías.

En los demás sondeos, falta el nivel de siltitos.

Luego, existe una fuerte probabilidad de que se depositara uranio en los últimos metros de la fangolita, constituidos por siltitos,los cuales fueron erosionados posteriormente. Resistieron sólo algunos relictos como los que fueron explorados en la malla B.

Este nivel tiene algunos rasgos en común con el de "La Portera", siendo éste el nivel inferior anómalo en Cerro Largo Sur. Ambos carecen de fosfatos y tienen una anomalía en molibdeno: 80 ppm en una muestra de La Portera; 46 y 48, máximos registrados en La Magnolia. Recordamos que en el yacimiento brasileño de Figueira se registran hasta 500 ppm de Mo.

Se puede imaginar que la erosión destruyó también el nivel superior, fosfatado en Cerro Largo Sur y desconocido en el borde Sur de la Isla Cristalina.

6.2.5.2. La Mercedes

Aparece la fangolita en un cauce probable del basamento alcanzado por el sondeo CL 1, pero no en el CL 15. Ambos son los pozos testigados enteramente.

100 metros al Norte del CL 15, se encontró la fangolita, con espesor reducido, algunos siltitos sobrepuestos, con una camada de carbón de 10 cm.

Las anomalías del muestreo geoquímico proceden probablemente de puntos mineralizados aislados situados bajo el Fraile Muerto que los pozos no lograron encontrar.

6.2.5.3. Puntas de Abrojal
(ver fig. III PF 6)

En el pozo A 20, pudo conservarse el San Gregorio con unos metros de diamictita y siltitos violáceos, aunque en situación de tope de talud. Allí, así como en tres pozos cercanos (B20, B21, C20), se encontraron anomalías radimétricas leves (100 cps con fondo de 30 cps). Del C20, se sacó un valor de 11 ppm en siltitos negros masivos, que pueden compararse con los niveles superiores del San Gregorio en Cerro Largo Sur y La Divisa.

En superficie,se encontró un solo punto anómalo en Las Chircas, con 11 ppm.

Lo que precede basta para explicar las anomalías geoquímicas.

En el pozo N12, se reconoce muy dilatado, el corte del A20, situación desfavorable a las concentraciones metálicas.

6.2.6. Paso Amarillo

(ver # III 54, fig. PF 41)

Como se dijera anteriormente, el fondo del pozo AM 302 se parece al tramo de 100 a 120 m en el pozo N 12 de Puntas de Abrojal, sobrepuesto a la fangolita de la base del San Gregorio.
Sé admitió datar del Fraile Muerto estos terrenos, debido a su litología muy parecida a los pelíticos grises.

En contra, existe el hecho de por lo menos dos niveles o lentes en la anomalía 1 de Paso Amarillo, fosfatado el superior, sin fosfato el inferior. Sería una reiteración de la sucesión mineralizada en Cerro Largo Sur y un argumento para datar los tenores de Paso Amarillo como San Gregorio.

En favor de esta interpretación la resistividad muy baja de las capas (5-15 Ω m), la cual es una característica de la formación Fraile Muerto) (ver cuadro III 4.3.)

6.2.7. La Puente

El indicio de superficie fue estudiado en el informe L'Homer (anexo GEO 1, pág. 42, anomalía de la estancia Aceguá).

En el corte del camino se asoman areniscas blancas con marcas nítidas de emersión (figuras de desecación en nivelcitos arcillosos).
Se realizó un sondeo en el tope de la cuchilla cercana donde se recorta un solo nivel activo en areniscas finas a medias, blancas o rojizas, con fondo radimétrico bajo.

Varias anomalías del mismo tipo y muy dispersas en la cuenca del Norte, son la prueba de un fenómeno regional que puede constituir un excelente marcador regional.

Además del uranio,lleva valores anómalos en fosfato, cobre, plata, estaño, vanadio y molibdeno (ver III. 2.4.3.2).

El nivel carece de valor económico: por ser delgado, no tiene las condiciones como para constituir un yacimiento de fosfato y, con mayor razón, de uranio.

6.2.8. Panorama

La base de la columna gondwánica consta de material grosero (conglomerados, fangolitas, tillitas) rellenando los huecos de un basamento accidentado. Tiene radimetría baja.

En los tramos sobrepuestos dominan los finos en ambiente glacial (varvitas), lacustres (siltitos calcáreos) o fluvial (areniscas, gravas). En los niveles superiores, se colocan por lo menos dos anomalías uraníferas, siendo fosfatada la superior.

Este esquema se verifica en Cerro Largo Sur y tal vez en Paso Amarillo, aunque quedan dudas sobre la datación de los terrenos: San Gregorio o Fraile Muerto?

El fenómeno se extendió probablemente a toda la cuenca. Luego, la transgresión Tres Islas-Fraile Muerto arrebató a menudo los tramos superiores de estos depósitos como se vio en La Magnolia.

Con el episodio Tres Islas, se evidencia un alzamiento, bastante fuerte en el zócalo joven y más suave en el basamento viejo.

Así, se forman areniscas limpias y espesas en la parte de la cuenca que mira al zócalo joven y los bancos delgados de la base del Fraile Muerto en el borde Sur de la Isla Cristalina.

Luego, sobreviene un período de sedimentación tranquila, con depósitos finos y estratificación subparalela hasta el tope del Yaguarí. En un período de emersión, se ubica el nivel polianómalo de La Puente-Villa Indart.

Si se quiere plantear el problema del origen del uranio, no se puede apelar a la lixiviación de rocas cristalinas cercanas : los análisis del Inventario Minero y los cortes con radimetría autoportada demostraron tenores bajísimos.

Es más sostenible un origen hidrotermal o exhalativo vinculado a tectónica de zócalo, la que repercutió o no en los sedimentos.

En efecto, se ven leves perturbaciones en los sedimentos anómalos en Yerba Sola, La Magnolia, Paso Amarillo, probablemente ligados a movimientos tectónicos.

En el caso del nivel de la formación Yaguarí, podrían buscarse correlaciones con otros eventos muy difundidos en la cuenca, como la silicificación de troncos, también datada del Yaguarí.

6.3. VALOR ECONOMICO DE LOS INDICIOS

Como dijéramos en páginas anteriores, repitiendo la opinión del Dr. Slansky, no aparecen en el Yaguarí condiciones favorables para mineralizaciones importantes.

Los niveles anómalos de Cerro Largo Sur y de Paso Amarillo enseñaron hasta ahora poca continuidad, poco espesor y leyes débiles. Corresponden a depósitos de pequeñas paleocuencas. Además, el fosfato del nivel superior dificultaría el tratamiento del mineral en el caso de leyes bajas en este elemento.

Resulta más alentador el nivel inferior del San Gregorio, particularmente como ocurre en La Magnolia donde se encontraron leyes y espesores buenos, en niveles desgraciadamente erosionados.

6.4. ORIENTACIONES

En consecuencia, no se debe abandonar la exploración sino examinar detenidamente dos condiciones cuya carencia puede impedir la presencia de las mineralizaciones.

Dichas condiciones son: el depósito de todo el perfil del San Gregorio Superior y su aislamiento.

La primera condición puede ser evaluada donde el San Gregorio aflora con espesores grandes, lo que puede significar que no fue erosionado.
El caso se presenta en el borde Suroeste de la cuenca (Clara, Paso Pereira, ver # 2.2.4). Los estudios ya realizados serán completados por cortes pedestres cruzando el contacto del San Gregorio con el Fraile Muerto, sondeos con Minuteman en el caso de no aflorar las formaciones.

La segunda puede ser buscada donde funcionó una tectónica que produzca "grabens" o cuencas por fallas.

Eso ocurre en el sector de Aceguá-Centurión. El estudio se realizará mediante geofísica eléctrica para probar la existencia de cubetas y perforaciones para averiguar la naturaleza de las rocas.

Se utilizará también la geofísica una vez que la primera condición haya sido verificada. El conjunto de ambas definirá metas privilegiadas.

6.5. ANEXOS, PLANOS, VARIOS

La redacción del capítulo III 6 se hizo con la colaboración de Pier Rossi.

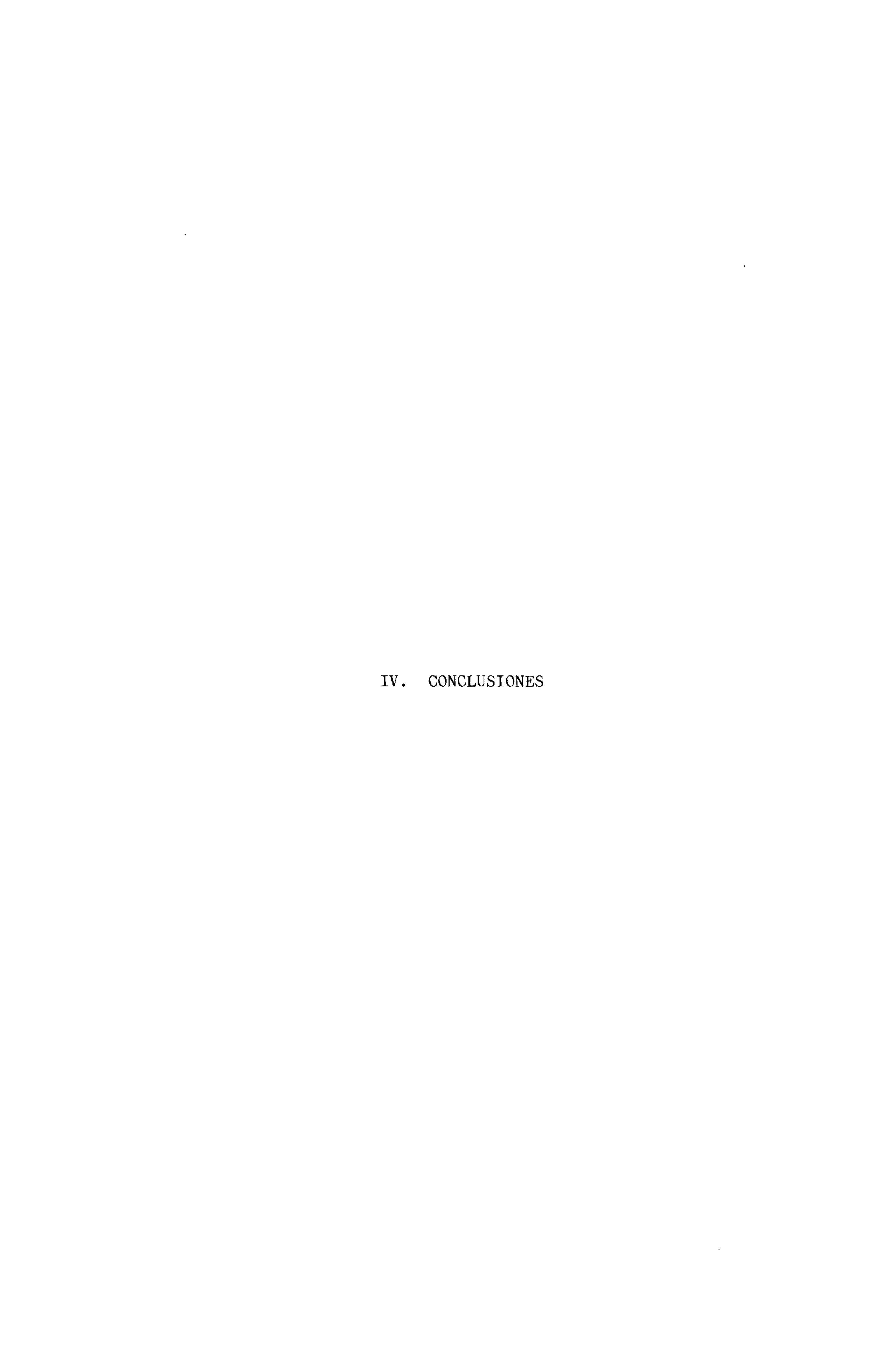
Se utilizaron los datos de dos informes anexos:

GEO 1: Geología de la cuenca pérmica del Nordeste del Uruguay (Informe L'Homer);

GEO 2: Cronoestratigrafía aplicada a la investigación de uranio (Informe Manigault)

Los planos PU 10, 11 y 12 pertenecen a Pier Rossi y Néstor Vaz; los planos 13 a 17, a Bernard Manigault.





IV. CONCLUSIONES

1. MEMORIA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

1.1. RADIMETRIA AUTOPORTADA

6566 km lineales correspondiendo a una superficie explorada de 22500 km2: 10000 en el Gondwana y 12500 en el basamento joven.

1.2. MUESTREO GEOQUIMICO

10881 muestras:

10344 en el Gondwana
537 en el basamento joven

1.3. MUESTREO DE DETALLE

(Ver análisis)

1.4. GEOFISICA

359 sondeos eléctricos.

1.4. PERFORACIONES

6072 metros de los cuales 1794 atestigados (todos perfilados).

1.6. ANALISIS

Uranio: 10036 muestras estratégicas del Inventario Minero (basamento);

10881 muestras geoquímicas del Proyecto Uranio

403 muestras en anomalías para evaluar;

Plasma: 195 muestras

1.7. GEOLOGIA

- Mapeamiento detallado de los bordes de la cuenca del Noreste.
- Mapeamiento esbozado en el cristalino joven (7 mapas al 1.100.000).

2. RESULTADOS PRINCIPALES DE LOS TRABAJOS

2.1. GONDWANA

Se confirmaron o pusieron en evidencia varios niveles de anomalías uraníferas. A continuación, haremos una reseña de los mismos de abajo hacia arriba.

El más interesante es el nivel mineralizado inferior del San Gregorio, que es conocido con tenores buenos (1000-1500 ppm) sin fosfato en la Magnolia (Tacuarembó), donde desgraciadamente grandes áreas fueron erosionadas.

Aparece también en Cerro Largo Sur con leyes menores.

Están asociadas anomalías en molibdeno, zinc y a veces cobre.

Por su posición, litología y geoquímica, recuerda el nivel mineralizado de Figueira en Brasil.

El nivel mineralizado superior del San Gregorio se presenta en puntos mineralizados aislados en su mejor ocurrencia, la Yerba Sola.
Está asociado a fosfato y sus satélites el itrio y el berilio,

El conjunto de Paso Amarillo fue atribuido a la formación Fraile Muerto. Los niveles o lentes, con espesor de 10 a 30 cm, tienen cierta continuidad (unos cien metros horizontales) y fosfatos en el nivel superior. En los niveles inferiores, suben los valores en zinc.

El nivel de Yaguarí, de vasta extensión, es delgadísimo (unos centímetros de espesor). Lleva anomalía de muchos elementos tales como el molibdeno, el plomo, el cobre y el fosfato.

Se menciona el fosfato cada vez quese lo encuentra, ya que generalmente desvaloriza los minerales de uranio. En efecto, la extracción del metal necesita la puesta en solución del fosfato al estado de ácido fosfórico, operación costosa que se justifica sólo en caso de altas leyes en fosfato y/o uranio.

Sin embargo, ocupando los abonos el segundo puesto de las importaciones uruguayas, sería razonable vislumbrar una prospección combinada de los dos elementos (ver V # 2.3.3.)

2.2. BASAMENTO

Se descubrieron muchas anomalías radimétricas. Con excepción de dos de ellas, son debidas al torio.

La anomalía de Polanco (max. 46 ppm), pertenece al granito homónimo ya estudiado por el inventario minero.

La anomalía urano-torífera de Cerro Partido (cf. cuadro III 2.2.), todavía no revisada, está también situada en un granito vecino de un conjunto volcánico cretácico, tal vez presentando algunas semejanzas con el de Poços de Caldas.

Se definió una provincia sobre todo torífera y nos conformamos con mencionar las anomalías, su ubicación y su ambiente. En efecto, el torio tiene poca utilización ahora y esta situación se mantendrá incambiada hasta que se domine su proceso de desintegración.

3. PERSPECTIVAS

El territorio uruguayo puede ser dividido en tres conjuntos según el nivel alcanzado por la exploración y la naturaleza de los terrenos

3.1. Areas ya estudiadas en exploración general

Abarcan el Gondwana, la mayor parte del zócalo joven y una parte pequeña del zócalo viejo.

Estos estudios destacaron varios prospectos ya trabajados en detalle o por trabajar.

3.2. Areas todavía no estudiadas pero mereciendo a priori una exploración general.

Abarcan la mayor parte del zócalo antiguo, una parte pequeña del zócalo joven y las cuencas cretácico-terciarias del litoral y de Sta. Lucía.

3.3. Areas no prioritarias con la plataforma basáltica, ambiente no favorable al uranio y la cuenca de la laguna Merín, colmada por sedimentos recientes.

No teniendo en cuenta las áreas del #2.3.3. se estiman aproximadamente las áreas ya estudiadas a 1/3 del territorio restante y a 2/3 las áreas todavía no estudiadas.

4. EL INSTRUMENTO DE PROSPECCION URUGUAYO

Las orientaciones que serán propuestas y los programas derivados de ellas, toman en cuenta varias realidades.

En primer lugar, por supuesto, las conclusiones emitidas más arriba.

Luego, se considera el instrumento constituido por un grupo entrenado de geólogos y prospectores motivados, apoyado por el taller de preparación de muestras, el grupo de perforaciones y los laboratorios de análisis químico.

En el transcurso del programa pasado, el taller de preparación de muestras, con su vasta experiencia adquirida con el Inventario Minero, dio total satisfacción.

La flexibilidad de utilización del taller de sondeos, operado por gente muy capacitada, resultó de sumo provecho. Por ejemplo, los indicios de Paso Amarillo estaban ya evaluados a los seis meses de su descubrimiento.

Sin hablar de la seriedad de los laboratorios de análisis químico -varias veces comprobada con muestras analizadas en el exterior-, se debe insistir en su rapidez de ejecución: se logran comúnmente resultados a los tres días de tomada la muestra (tal vez sería una marca mundial). De esta manera, el geólogo puede reaccionar casi al instante sin moverse del campo donde está trabajando.

Cabe hacer hincapié en la coordinación que se estableció entre los grupos, aportando como ventaja la aceleración y simplificación de las tareas de los geólogos.

Un conjunto con estas cualidades puede encargarse de un programa ambicioso y de larga duración, como el que brotará de las recomendaciones que se exponen a continuación.

V. RECOMENDACIONES FINALES

1. RECOMENDACIONES FINALES

Las recomendaciones finales que se detallan a continuación ya fueron sugeridas o enfocadas en el curso de este informe. Véase en particular pág. 41 (geoquímica), pág. 52 (geofísica), pág. 74 (geología) y los consejos de los expertos mencionados en la parte II.

Pueden sintetizarse en ideas directivas que hallan su expresión concreta en programas de ejecución.

1.1. IDEAS DIRECTIVAS

Reseñamos a continuación las tareas y estudios que se consideran imprescindibles para la continuación del programa uranio.

1.1.1. Exploración general

Se aplica a terrenos poco conocidos con referencia al uranio (ver IV 3.3.2).

Utiliza la radimetría auto o aeroportada o la geoquímica de tipo estratégico.

1.1.2. Estudio de temas

Es una exploración de tipo general, aplicada a formaciones geológicas fértiles o sea llevando indicios en la región.

En el Uruguay, es el caso de los granitos y volcanitos del basamento joven, de la formación Lavalleja y de la formación San Gregorio.

Utiliza, en forma privilegiada, la fotointerpretación y el mapeamiento geológico.

1.1.3. Revisión de anomalías

Los puntos destacados por los trabajos de tipo general se estudian para confirmar una posible anomalía y encarar trabajos ulteriores. Se habla de revisión de anomalía.

Emplea los métodos de la exploración general, en malla apretada.

1.1.4. Correlaciones

Se averiguó con frecuencia, que el uranio estaba asociado con otros elementos como el fósforo, el molibdeno, el cobre, el zinc, etc. Por lo tanto se recomienda la utilización de análisis de plasma en forma "semi-aleatoria" (ver III 5.6.2.3. pág. 81), o sea análisis de una muestra cada tanto (diez, por ejemplo) de las que fueron tomadas en campañas sistemáticas.

1.1.5. Intercambio

Con objetivos similares, se encarará una forma de intercambio con el Inventario Minero.

Concierne las anomalías de uranio y ciertas anomalías de dicho programa.

Se revisarán con plasma las muestras con uranio y se dosificará el uranio en las muestras con ciertas anomalías químicas (P, Mo, Cu, Zn, V...), procedentes del invetario minero.

1.1.6. Trabajos ajenos

Todos los trabajos en el subsuelo deberían estudiarse en forma sistemática:

- las canteras y socavones, con petrografía y radimetría;

- los sondeos de la DINAMIGE u otras entidades,con cortes litológicos y diagrafías.

En otros países existen ordenanzas sometiendo a este tipo de control las obras de las empresas dedicadas a trabajos en el subsuelo.

La DINAMIGE debe empeñarse en fomentar un proyecto similar.

2. PROGRAMAS

2.1. EXPLORACION GENERAL

2.1.1. Basamento

Asuntos

Se estima en 30.000 km2 la superficie por explorar, principalmente en el basamento viejo.

El método de base será la radimetría, con registro, autoportada o aeroportada.

La prospección aeroportada permite un rastreo rápido en un país llano. En conteo total -siendo demasiado pesado el equipo de espectrometría aérea- un avión CESSNA de las Fuerzas Aéreas permite recorrer 30.000 km lineales, o sea 30.000 km2 en malla kilométrica, en 200 horas de vuelo. Se alcanza con cuatro a cinco meses. Luego se revisan las anomalías con espectrometría pedestre.

La prospección autoportada avanza más lentamente, debido al estado de los caminos. En 1982 y 1983, se prospectaron aproximadamente 10.000 km2 cada año con una densidad de 0,3 a 0,5 km lineal por km2, solamente en verano. Con este método, se precisarían 3 años para llevar a cabo el estudio. Sin embargo, tiene la ventaja de utilizar aparatos de espectrometría disponibles en la DINAMIGE y de proprocionar datos directamente utilizables en mapeamiento

Medios

Opción aérea:

Avión (alquilado)
Material de prospección (disponible)
2 geólogos y 2 navegantes (6 meses)

Opción autoportada:

vehículos y material disponibles
2 geólogos, 2 choferes: 18 meses (o sea 3 años, de enero a junio)

2.1.2. Sedimentario

Asuntos

Quedan por explorar aproximadamente 25.000 km2 en el Cretácico y el Terciario de Santa Lucía o del Litoral.

Se recurrirá también a la prospección autoportada (el conteo total es suficiente).

Sin embargo, dado las pésimas condiciones de afloramiento, se aconseja el muestreo de suelos y aluviones, en perfiles seleccionados, con radimetría simultánea.

También se podrá iniciar la hidrogeoquímica de las aguas, en las formaciones permeables. Así se aprovecharía la extrema tecnicidad del laboratorio.

Medios

Autoportada: 3000 km lineales. 1 geólogo, 1 chofer; 4 meses c/u.

Perfiles: 5000 km lineales/20.000 muestras. 1 geólogo, 4 prospectores, durante tres años.

Análisis: 20.000 análisis uranio
2.000 plasma

2.2. REVISION DE ANOMALIAS

2.2.1. Basamento

No insistiremos mucho en el tema ya que son dos las anomalías que quedan por revisar: la de Polanco y la de Cerro Partido.

Integramos este estudio al trabajo, más general, encarados en el V # 2.3.1.).

2.2.2. Sedimentario

Asunto

Se trata de revisar los grupos de anomalías ya encontradas o por encontrar.

Las anomalías halladas forman unos veinte grupos repartidos en 8 fotoplanos de la cuenca gondwanica (ver plano PU 19).

Se estiman las anomalías por encontrar según las estadísticas de la campaña precedente: en sectores revisados la revisión empleó el 30% del tiempo dedicado al muestreo estratégico, con la toma del 50% de las muestras.

De este modo, se tomarán 10.000 muestras en 10 meses.

Medios

Como en estrategia, se prospecta con un geólogo y 4 prospectores.

Se harán 10.000 medidas de uranio y 1000 de plasma.

2.3. TEMAS PARTICULARES

2.3.1. Granitos de 550 MA

Asuntos

Un grupo de granitos intrusivos del basamento joven tienen esta edad. Les acompañan mineralizaciones en Namibia (Rossing) y Brasil (Espinharas)

Como se dijera anteriormente, algunos de ellos fueron estudiados por el Inventario Minero y revisados por el Proyecto Uranio (prospectos 80 A,B,C de la geoquímica, ver cuadro III 3.2. y 4.5).
También, varios fueron cruzados en prospección autoportada.

Se recomienda aquí un estudio sistemático y detenido de estos cuerpos.
Además de los granitos de Polanco y Cerro Partido ya mencionados por anómalos, son los macizos de Castillos, Garzón, Carapé, Zapicán, Olimar, Yerbal y Cerro Largo Sur.

Medios

Fotointerpretación, cortes pedestres y radimetría. Se hará hincapié en los contactos con las rocas de caja.

Se emplearán dos geólogos con dos vehículos durante un año.

2.3.2. Volcanismo mesozoico

Asuntos

Dos conjuntos volcánicos, situados en el borde Este del basamento joven, datan del Cretácico. Estos son el macizo de Arequita (riolitas,dacitas) y Valle Chico (sienitas, traquitas).

Algunos recorridos aislados no dieron resultado positivo.

Se recuerda que el yacimiento de Poços de Caldas está situado en sienitas nefelínicas cretácicas.

Medios

Ver granitos en # 2.3.1.

2.3.3. Fosfatos de Lavalleja

Asunto

En la formación Lavalleja, una anomalía de uranio en fosfato fue hallada por el Inventario Minero y revisada por el Proyecto Uranio (prospecto 80 AD).

El tema fue destacado por el Dr. Slansky, experto en fosfato, quien visitó el indicio en octubre de 1983.

Se trata de un banco de 2 m de espesor, con promedios de 22% de P_2O_5 y 1000 ppm de uranio. Estas leyes justifican un estudio conjunto de ambos minerales.

La evaluación del potencial de la formación se haría de la siguiente manera:

- fotointerpretación y mapeamiento de la formación Lavalleja, con radimetría;

- determinación de los principales controles de la mineralización;

- muestreo y análisis de las anomalías;

- sondeos con perfilaje gamma de los sectores de interés.

Medios

Dos geólogos, seis meses.

Análisis de uranio, fosfato.

Análisis plasma.

2.3.4. San Gregorio

Asuntos

Se recuerdan las orientaciones sobre el tema, emitidas en III # 6.4. pág. 94.

El estudio empezará:

- en la zona de Clara con cortes geológicos, con radimetría y muestreos simultáneos, resistividad y sondeos pequeños;

- en la zona de Melo-Aceguá, con resistividad y perforaciones.

Medios

Un geólogo. 1 año

Un grupo de geofísica. 1 año

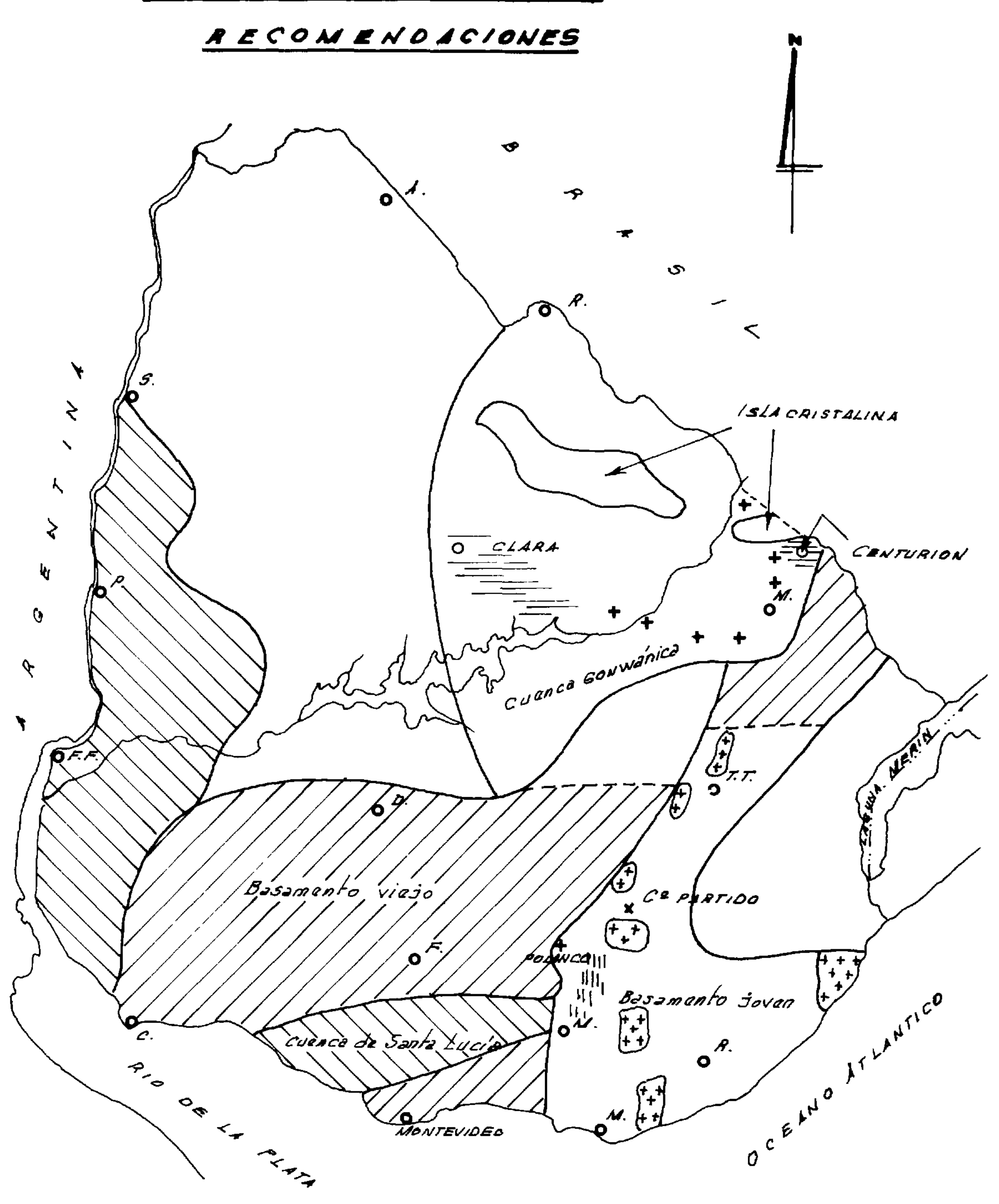
Taller de perforaciones

Los programas se hallan agrupados en el cuadro V 1.1.

PROGRAMAS

PROYECTO URANIO

RECOMENDACIONES



EXPLORACION GENERAL — BASAMENTO — SEDIMENTARIO

REVISION + ANOMALIAS GEOQUIMICAS X _ RADIMETRICAS

TEMAS — SAN GREGORIO — FOSFATOS LAVALLEJA — GRANITOS Y VOLCANITAS

COMPENDIO DEL PLANO PU19

FIG. V.1

PROGRAMAS

NIVEL	TEMA	METODO*	PERSONAL**	DURACION
2.1. Exploración general				
	2.1.1. Basamento	Opción autoportada	30	3 años
		Opción aeroportada	12	6 meses
	2.1.2. Sedimentario	Autoportada y muestreo estratégico (20.000 mues.)	4 30	4 meses 3 años
2.2. Revisión anomalías				
	2.2.1. Cristalino	Como 231/232		
	2.2.2. Sedimentario	Muestreo táctico (10.000 mues.)	10	1 año
2.3. Temas particulares				
	2.3.1. Granitos 2.3.2. Volcanitas	Fotointerpretación Mapeamiento	20	1 año
	2.3.3. Fosfato La valleja	" perforaciones	12	6 meses
	2.3.4. San Gregorio	mapeamiento geofísica perforaciones	10	1 año

* Todos los trabajos incluyen radimetría, análisis de uranio, a veces fosfato y con plasma de la muestra tomada.

** En meses de geólogo o grupo de prospección.